MICRO-EPSILON

Betriebsanleitung
optoNCDT 2431

IFS2401-0.12
IFS2401-0.4
IFS2401-1
IFS2401-3
IFS2401-10
IFS2400-10

IFS2400-20(01)
IFS2400-24
IFS2401-25
IFS2402-0.4
IFS2402-1.5
IFS2402/90-1.5

IFS2402-4
IFS2402/90-4
IFS2402-10
IFS2402/90-10

MICRO-EPSILON MESSTECHNIK
GmbH & Co. KG
Königbacher Strasse 15

D-94496 Ortenburg

Tel. 08542/168-0
Fax 08542/168-90
e-mail info@micro-epsilon.de
www.micro-epsilon.de

Zertifiziert nach DIN EN ISO 9001: 2008

Softwareversion: V1.2

Inhalt

1. Sicherheit 5
1.1 Verwendete Zeichen 5
1.2 Warnhinweise 5
1.3 Hinweise zur CE-Kennzeichnung 5
1.4 Bestimmungsgemäße Verwendung 6
1.5 Bestimmungsgemäßes Umfeld 6

2. Funktionsprinzip, Technische Daten 6
2.1 Kurzbeschreibung 6
2.2 Messprinzip 7
2.3 Begriffsdefinition 8
2.4 Betriebsarten 8
2.5 Sensor 8
2.6 Bedienelemente Controller 9
2.7 Externe Lichtquelle 9
2.7.1 Sicherheit 9
2.7.2 Funktion 9
2.7.3 Netzversorgung, Netzsicherungen 11
2.7.4 Lichtquelle einschalten 11
2.8 Technische Daten IFS2401 12
2.9 Technische Daten IFS2402 13
2.10 Technische Daten externe Lichtquelle 13

3. Lieferung 14
3.1 Lieferumfang 14
3.2 Lagerung 14

4. Montage 14
4.1 Befestigungen und Abmessungen der Sensoren 15
4.1.1 Messbereichsanfang 17
4.1.2 Umfangsklemmung 17
4.2 Sensorkabel, Lichtwellenleiter 18
4.3 Abmessungen Controller 20
4.4 Abmessungen externe Lichtquelle 20
4.5 Elektrische Anschlüsse Controller 20
4.5.1 Versorgungsspannung 20
4.5.2 RS232/RS422-Schnittstelle 21
4.5.3 USB-Schnittstelle 21
4.5.4 Analogausgang 22
4.5.5 Synchronisation 22
4.5.6 Digital I/O, Encoder 23

5. Betrieb 24
5.1 Inbetriebnahme 24
5.2 Messen 24
5.2.1 Wegmessung 24
5.2.2 Dickenmessung 24
5.2.3 Signal invertieren 25
5.3 Erfassung des Dunkelsignals 25
5.4 Analogausgang 26
5.5 Einstellen der Messrate 26
5.6 Lichtintensität 27
5.7 Synchronisierte Controller- und Encoderdaten 27
5.8 Triggerung 27
5.8.1 Triggerart 27
5.8.2 Triggereingang 28
5.8.3 Start-Triggerung 28
5.8.4 Pegel-Triggerung 28
5.8.5 Flanken-Triggerung 28
5.8.6 Latch-Triggerung 29
5.8.7 Software-Trigger 29
5.8.8 Maximale Triggerfrequenz 29
5.9 Zeitverhalten Controller 31

6. Serielle Schnittstelle ... 32
6.1 Datenformat ... 32
6.2 Befehlsaufbau ... 33
6.3 Datenübertragungsformat ... 33
6.3.1 ASCII ... 33
6.3.2 Binär ... 34
6.4 Auswahl der zu übertragenden Daten ... 35
6.4.1 Datenarten ... 35
6.4.2 Bedeutung der Daten ... 35
6.4.3 Datenauswahl ... 36
6.5 Daten dekodieren ... 36
6.5.1 Betriebsart Wegmessung ... 36
6.5.2 Betriebsart Dickenmessung ... 36
6.5.3 Umwandlung der Schwerpunkt-Daten ... 37
6.5.4 Umwandlung der Status-Daten ... 37
6.5.5 Umwandlung der Zähler-Daten ... 37
6.5.6 Umwandlung der Schwerpunkt-Daten ... 37
6.6 Steuerbefehle ... 38
6.6.1 Sensorauswahl ... 38
6.6.2 Messrate ... 38
6.6.3 Weg- und Dickenmessung ... 40
6.6.4 Analogausgang ... 40
6.6.5 Signal invertieren ... 41
6.6.6 Dunkelsignal ... 41
6.6.7 Schnelles Dunkelsignal ... 42
6.6.8 Brechungsindex ... 42
6.6.9 Mittelwertbildung ... 43
6.6.10 Spektralmittelwertbildung ... 43
6.6.11 Messwert halten ... 43
6.6.12 Triggerfunktionen ... 44
6.6.13 Abruf Controllerkonfiguration ... 46
6.6.14 Erfassungsschwelle ... 46
6.6.15 Automatische Dunkelsignalmessung ... 47
6.6.16 Erstes Signalmaximum ... 47
6.6.17 Automatische Erkennung einer Fehlfunktion ... 49
6.6.18 Controllerkonfiguration speichern ... 49
6.6.19 Seriennummer, Softwareversion ... 49
6.6.20 Reset Encoderzähler ... 50
6.6.21 Nullpunktsetzung ... 50
6.6.22 Auswahl Lichtquelle ... 50
6.6.23 Fehlendes Signal Dickenmessung ... 50
6.7 Befehlsübersicht ... 51
6.8 HyperTerminal ... 53

7. IFD2401 Tool ... 55
7.1 Vorbereitung Messbetrieb ... 55
7.2 Installation ... 55
7.3 Arbeiten mit IFD2401 Tool ... 57
7.3.1 Elemente der Hauptansicht ... 57
7.3.2 Interface - Sensorschnittstelle ... 57
7.3.3 CCD ... 58
7.3.4 Abstandsmessung ... 58
7.3.5 Dickenmessung ... 59

8. Haftung für Sachmängel ... 60

9. Außerbetriebnahme, Entsorgung ... 60

10. Fehlerbehebung ... 61

11. Werkseinstellung wiederherstellen ... 62

12. Wartung ... 62

1. Sicherheit

Die Systemhandhabung setzt die Kenntnis der Betriebsanleitung voraus.

1.1 Verwendete Zeichen

In dieser Betriebsanleitung werden folgende Bezeichnungen verwendet:

⚠ VORSICHT	Zeigt eine gefährliche Situation an, die zu geringfügigen oder mittelschweren Verletzungen führt, falls diese nicht vermieden wird.
HINWEIS	Zeigt eine Situation an, die zu Sachschäden führen kann, falls diese nicht vermieden wird.
➪	Zeigt eine ausführende Tätigkeit an.
i	Zeigt einen Anwendertipp an.

1.2 Warnhinweise

⚠ VORSICHT

Externe Lichtquelle nicht öffnen, Lampe nicht selber wechseln.
> Verbrennungsgefahr

HINWEIS

Vermeiden Sie Stöße und Schläge auf den Controller, Sensor und die externe Lichtquelle.
> Beschädigung oder Zerstörung des Controllers, des Sensors oder der externen Lichtquelle.

Verdecken Sie die Lüftungsschlitze an der Rückseite der externen Lichtquelle nicht.
> Beschädigung und/oder Zerstörung der externen Lichtquelle.

Schließen Sie die Spannungsversorgung nach den Sicherheitsvorschriften für elektrische Betriebsmittel an.
> Beschädigung oder Zerstörung des Controllers

Schützen Sie die Kabel vor Beschädigung.
> Ausfall des Messgerätes

Schützen Sie die Enden der Lichtwellenleiter vor Verschmutzung.
> Ausfall des Messgerätes

Betreiben Sie den Sensor nur an einem Controller mit gleicher Seriennummer.
> Verlust der spezifizierten technischen Daten

1.3 Hinweise zur CE-Kennzeichnung

Für das Mess-System optoNCDT Serie 2431 gilt:
- EMV-Richtlinie 2004/108/EG

Produkte, die das CE-Kennzeichen tragen, erfüllen die Anforderungen der EMV-Richtlinie 2004/108/EG „Elektromagnetische Verträglichkeit“ und die dort aufgeführten harmonisierten europäischen Normen (EN). Die EU-Konformitätserklärung wird gemäß der EU-Richtlinie, Artikel 10, für die zuständige Behörde zur Verfügung gehalten bei

MICRO-EPSILON MESSTECHNIK
GmbH & Co. KG
Königbacher Straße 15
94496 Ortenburg

Das Messsystem ist ausgelegt für den Einsatz im Industriebereich und erfüllt die Anforderungen gemäß den Normen
- EN 50 081-1 Störaussendung
- EN 61000-6-2 Störfestigkeit

Dies gilt bei sachgemäßer Installation und Betrieb.

1.4 Bestimmungsgemäße Verwendung

Das Messsystem Serie 2431 ist für den Einsatz im Industrie- und Laborbereich konzipiert. Es wird eingesetzt zur

- Weg-, Abstands-, Profil-, Dicken- und Oberflächenmessung
- Qualitätsüberwachung und Dimensionsprüfung

Das Messsystem darf nur innerhalb der in den technischen Daten angegebenen Werte betrieben werden (siehe Kap. 2.8, 2.9 und 2.10)
Setzen Sie das Messsystem so ein, dass bei Fehlfunktionen oder Totalausfall des Sensors keine Personen gefährdet oder Maschinen beschädigt werden. Treffen Sie bei sicherheitsbezogenener Anwendung zusätzlich Vorkehrungen für die Sicherheit und zur Schadensverhütung.

1.5 Bestimmungsgemäßes Umfeld

- Schutzart Sensor: IP 40 (gilt nur bei angeschlossenem Sensorkabel)
- Schutzart Controller: IP 40
- Schutzart externe Lichtquelle: IP 20

Die Schutzart gilt nicht für optische Eingänge, da deren Verschmutzung zur Beeinträchtigung oder dem Ausfall der Funktion führt.

- Betriebstemperatur
  - Sensor, Controller: 10 ... 50 °C
  - Externe Lichtquelle: 0 ... 40 °C
- Lagertemperatur: -30 ... 70 °C
- Luftfeuchtigkeit: 5 - 95 % (nicht kondensierend)
- Umgebungsdruck: Atmosphärendruck
- EMV: Gemäß EN 50 081-1 Störaussendung, EN 61 000-6-2 Störfestigkeit

2. Funktionsprinzip, Technische Daten

2.1 Kurzbeschreibung

Das Messsystem optoNCDT2431 besteht aus einem Sensor, einem Controller und einer Lichtquelle, die über Lichtwellenleiter-Sensorkabel miteinander verbunden sind.

Der Sensor ist völlig passiv, da er keine Wärmequellen oder beweglichen Teile beinhaltet. Dadurch wird eine wärmebedingte Ausdehnung vermieden, durch die die Genauigkeit des Messverfahrens beeinträchtigt werden könnte.

Bei der Handhabung der Lichtwellenleiter, die den Sensor mit dem Controller und der externen Lichtquelle verbinden, ist eine Reihe von Vorsichtsmaßnahmen erforderlich: so sollte es beispielsweise vermieden werden, das Lichtwellenleiterkabel um einen Biegeradius von kleiner als 30 mm zu biegen. Darüber hinaus muss der Bediener sicherstellen, dass die Enden der Lichtwellenleiter stets entweder mit dem Sensor, Controller und der externen Lichtquelle verbunden sind oder mit den dazugehörigen Schutzkappen versehen sind, um jegliche Möglichkeit einer Verunreinigung der Lichtwellenleiterspitzen auszuschließen.

Die externe Lichtquelle speist den Controller und den Sensor. Der Controller wandelt die vom Sensor erhaltenen Lichtsignale um, berechnet Abstandswerte über den integrierten DSP-Prozessor und dient zur Datenübertragung über die RS232- und USB-Schnittstelle beziehungsweise die 0-10 V Analogschnittstelle.

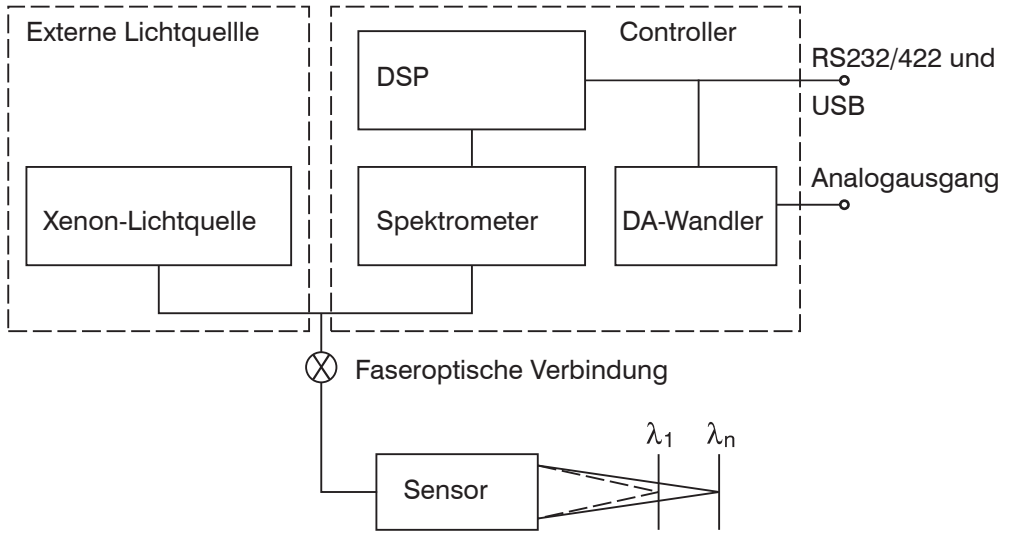


Abb. 1: Blockschaltbild optoNCDT 2431

Abb. 2: Gesamtansicht Messsystem

2.2 Messprinzip

Polychromatisches Licht (Weißlicht) wird durch eine Aneinanderreihung von Linsen auf die Messobjektoberfläche gestrahlt. Die Linsen sind so angeordnet, dass durch kontrollierte chromatische Abweichung das Licht in monochromatische Spektren zerteilt wird, wobei durch vorherige Kalibrierung jeder Wellenlänge ein bestimmter Weg zugeteilt wird. Das von der Messobjektoberfläche reflektierte Licht wird über optische Anordnung auf die Empfangsoptik geleitet, auf der die spektralen Veränderungen erkannt und aufbereitet werden.

i Sensor und Controller bilden eine Einheit.

Dieses einzigartige Messprinzip erlaubt es Anwendungen hochpräzise zu messen. Es können sowohl diffuse als auch spiegelnde Oberflächen erfasst werden. Bei transparenten Schicht-Materialien kann neben der Wegmessung eine direkte Dickenmessung erfolgen. Da Sender und Empfänger in einer Achse angeordnet sind, werden Abschattungen vermieden.

Aufgrund der hervorragenden Auflösung und des geringen Lichtfleckdurchmessers können Oberflächenstrukturen gemessen werden. Zu beachten ist jedoch, dass Messwertabweichungen auftreten können, sobald die Struktur in der Größenordnung des Lichtfleckdurchmessers liegt oder die zulässige Verkippung an Strukturen, zum Beispiel Drehrille, überschritten wird.

2.3 Begriffsdefinition

MBA Messbereichsanfang. Minimaler Abstand zwischen Sensorstirnfläche und Messobjekt
MBM Messbereichsmitte
MBE Messbereichsende (Messbereichsanfang + Messbereich). Maximaler Abstand zwischen Sensorstirnfläche und Messobjekt
MB Messobjekt

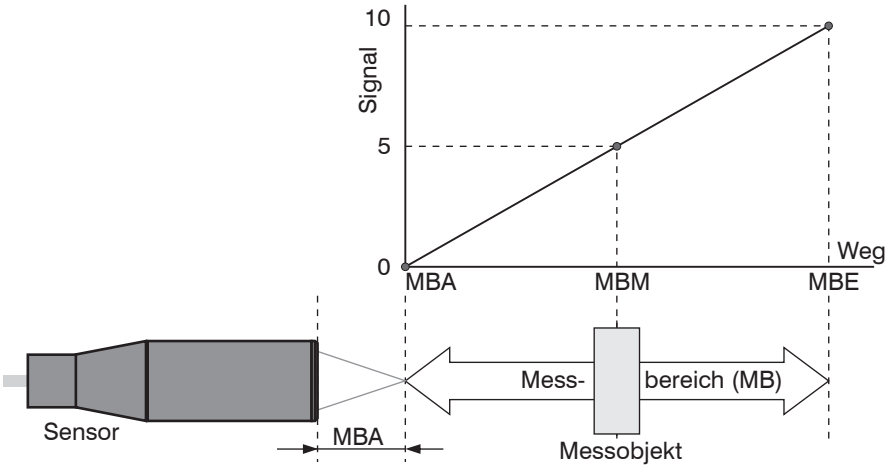


Abb. 3: Messbereich und Ausgangssignal am Controller

2.4 Betriebsarten

- Messung von Profilen oder Oberflächentopographien in Kombination des Sensors mit einer 3D Messstation;
- Messung von Oberflächenreflexionen, der Sensor verhält sich wie ein Mikroskop, bietet jedoch den Vorteil einer größeren Feldtiefe;
- Dickenmessung von transparenten Materialien (über einen Bereich von wenigen Zehntel Mikrometer bis mehrere Millimeter).

2.5 Sensor

Der Controller kann mit bis zu 20 unterschiedlichen Sensoren betrieben werden. Die dazu erforderlichen Kalibriertabellen sind im Controller hinterlegt. Der Sensor ist ein passives Element im Messsystem: Er enthält weder bewegliche noch wärmeerzeugende Bauteile. Dies verhindert eine thermische Ausdehnung im Sensor, die die Messgenauigkeit beeinflussen könnte.

i Schützen Sie die Enden des Sensorkabels (Lichtwellenleiter) und die Linse des Sensors vor Verschmutzung.

2.6 Bedienelemente Controller

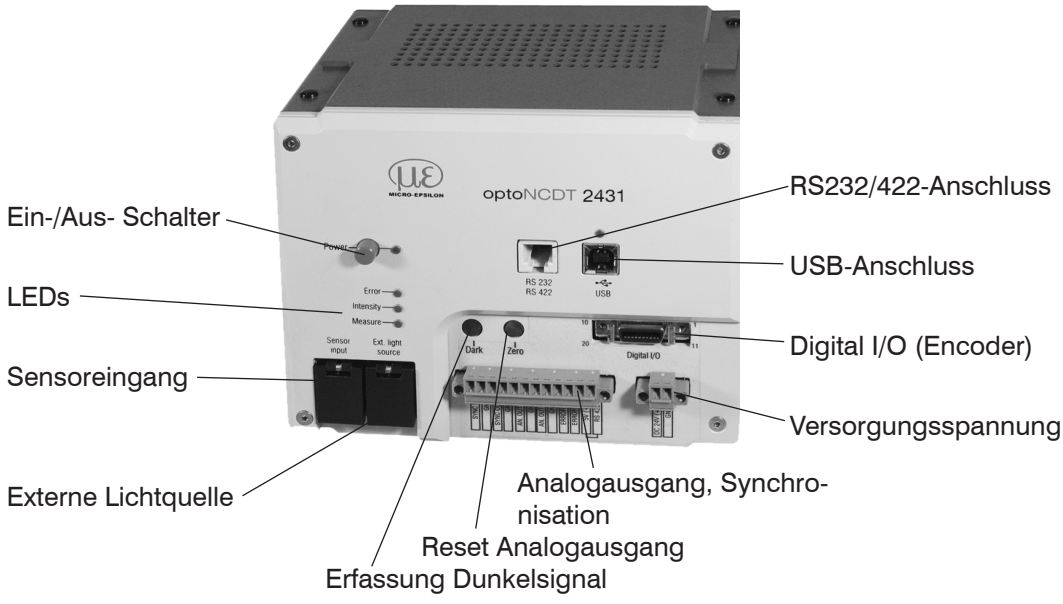


Abb. 4: Frontansicht Controller

LED‘s am Controller

Error	●	Rot	Lichtquellentest fehlgeschlagen
	●	Orange	Datenüberlauf
	○	Aus	Kein Fehler
Intensity	○	Aus	Kein Fehler
	●	Rot	Signal in Sättigung
	●	Grün	Signal in Ordnung
	●	Orange	Signal zu gering
Measure	○	Aus	Kein Messobjekt vorhanden oder außerhalb des Messbereichs
	●	Grün	Messobjekt in der Nähe von Messbereichsmitte (zw. 15 und 85% d.M.)
	●	Orange	Messobjekt in der Nähe von Messbereichsanfang oder -ende (zw. 0 und 15% d.M. bzw. 85 und 100 % d.M.)

2.7 Externe Lichtquelle

2.7.1 Sicherheit

➡ Schließen Sie erst den Lichtwellenleiter an die externe Lichtquelle und den Controller an, bevor Sie die externe Lichtquelle einschalten.

Damit vermeiden Sie ein unkontrolliertes Blicken in die Lichtquelle.

➡ Öffnen Sie nicht die externe Lichtquelle.

➡ Wechseln Sie nicht selber die Lampe.

> Verbrennungsgefahr

2.7.2 Funktion

Die externe Lichtquelle verwendet eine 300 W Hochdruck-Xenon-Lampe, die an ihrem Ausgang eine Leistung von 170 µW liefert. In die optische Achse ist ein Wärme absorbierendes Filter integriert, durchlässig für kaltes, weißes Licht mit einer hohen Intensität. Die Ausgangsenergie kann kontinuierlich mit einer Blende von 0 % bis 100 % eingestellt werden.

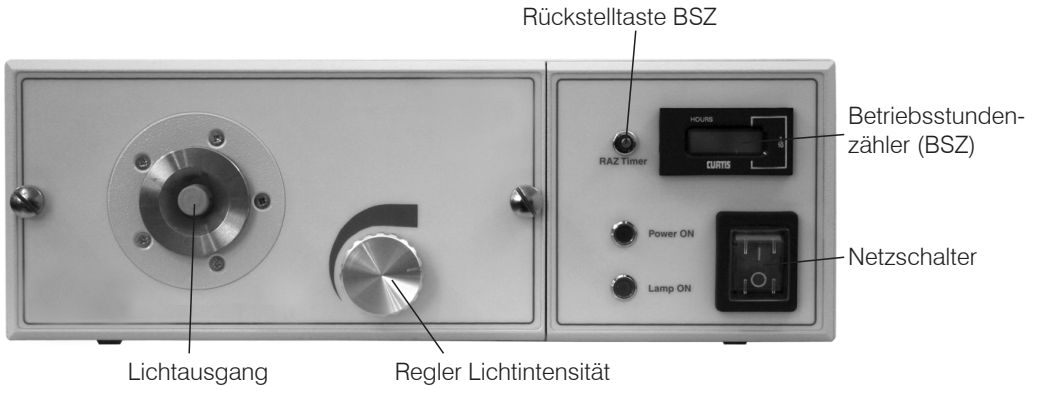


Abb. 5: Frontansicht

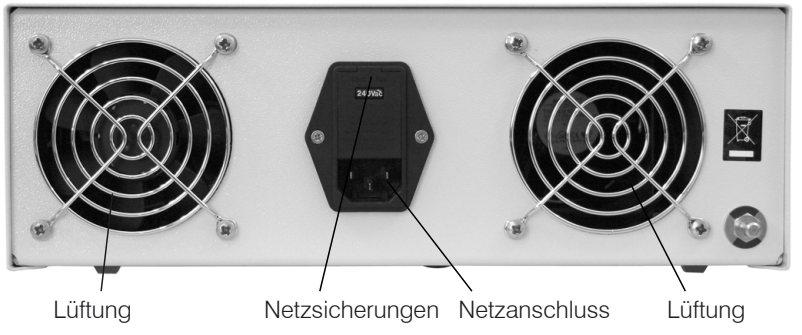


Abb. 6: Rückansicht

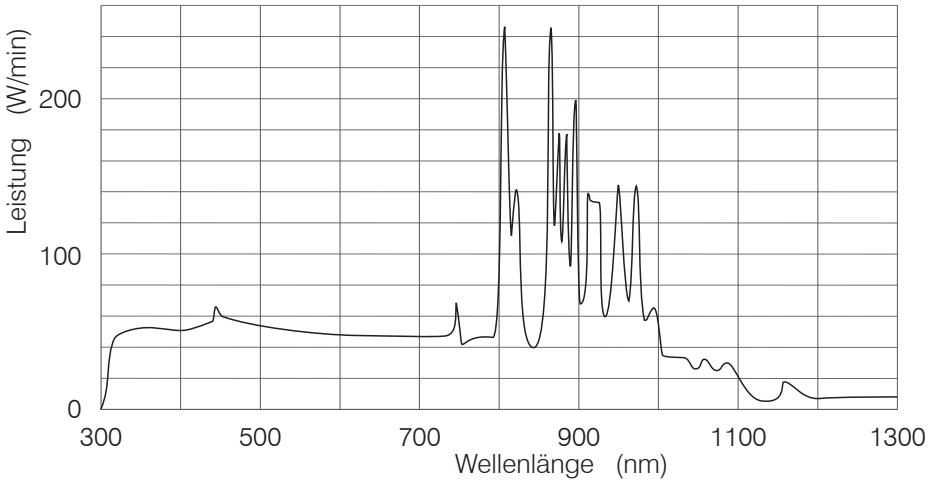


Abb. 7: Spektralverteilung externe Lichtquelle

2.7.3 Netzversorgung, Netzsicherungen

➡ Prüfen Sie die eingestellte Netzspannung (100 bis 240 VAC, 50/60 Hz) am Kaltgeräte-Einbaustecker, siehe Abb. 8, vor dem erstmaligen Einschalten der externen Lichtquellle.

➡ Verwenden Sie für den Anschluss der externen Lichtquelle ausschließlich die mitgelieferte Kaltgeräteleitung.

Die externe Lichtquelle ist mit zwei Netzsicherungen (6,3 AT, 5 x 20 mm) abgesichert. Beachten Sie die nachfolgenden Schritte für das Wechseln der Netzsicherungen:

➡ Schalten Sie die externe Lichtquelle aus, entfernen Sie die Kaltgeräteleitung.

➡ Öffnen Sie mit einem Schraubendreher die Sicherungslade, siehe Abb. 8.

➡ Entfernen Sie die defekte(n) Sicherung(en).

➡ Setzen Sie die neue(n) Sicherung(en) ein.

➡ Schließen Sie die Sicherungslade.

➡ Stecken Sie die Kaltgeräteleitung in den Kaltgeräte-Einbaustecker.

Abb. 8: Kaltgeräteeinbaustecker, externe Lichtquelle

2.7.4 Lichtquelle einschalten

Beachten Sie die nachfolgenden Schritte, wenn Sie die externe Lichtquelle einschalten:

- Sind die Lüftungsgitter an der Rückseite der externen Lichtquelle frei?
- Ist der Grundabstand zu benachbarten Gegenständen eingehalten?
- Sind die externe Lichtquelle und der Controller mit dem Lichtwellenleiter verbunden?

➡ Schalten Sie die externe Lichtquelle ein.

Die LED's "Power ON" und "Lamp ON" leuchten.

➡ Ändern Sie die Lichtintensität an der externen Lichtquelle, müssen Sie die Dunkelsignalmessung wiederholen.

2.8 Technische Daten IFS2401

Modell (Standard)	IFS	2401-0,12	2401-0,4	2401-1	2401-3	2401-10	2400-10	2400-20(01)	2400-24	2401-25
Messbereich	mm	0,12	0,3	1	3	10	8,5	20	24	22
Messbereichsanfang	mm (ca.)	3,4	10,5	10	16,3	27	67	63	213	20,2
Lichtfleckdurchmesser	µm	7	10	10	25	50	50	100	100	100
Linearität	µm	0,12	0,3	0,5	1,5	5	5	2,8	12	11
	% d.M.	≤ ±0,1		≤ ±0,05				≤ ±0,014	≤± 0,05	
Auflösung	µm	~0,005	0,012	0,04	0,12	0,4	0,4	0,7	~1	~0,9
	% d.M.	0,004					0,005	0,003	0,004	
Gewicht	Sensor	0,20 kg	0,22 kg	0,22 kg	0,16 kg	0,19 kg	0,68 kg	3,0 kg	0,52 kg	0,19 kg
	Sensor+ MA 2400	0,38 kg	0,40 kg	0,40 kg	0,34 kg	0,37 kg	0,90 kg	-	0,76 kg	0,37 kg
Max. zulässiger Reflexionswinkel in direkter Reflexion		±43 °	±28 °	±27 °	±22 °	±14 °	±14 °	±20 °	±5 °	±8,5 °
Messrate		einstellbar von 500 Hz bis 31250 Hz								
Zulässiges Fremdlicht		30.000 lx								
Lichtquelle		Xenon-Lampe								
Schutzgrad		IP 40 (Sensor/Controller), IP 20 (externe Lichtquelle)								
Temperaturstabilität (Sensor)		0,01 % d.M. / °C								
Betriebstemperatur		+10 bis +50 °C								
Lagertemperatur		-30 bis +70 °C								
Ausgang	analog	2 x 0 - 10 V (15 Bit), Last ≥ 10 kOhm								
	digital	RS 232 / RS 422 / USB 2.0								
Versorgung		24 VDC								
Sensorkabel (Lichtwellenleiter)		Länge: Standard 3 m; Verlängerung bis 50 m Biegeradius: statisch 30 mm; dynamisch 40 mm								
Controller	Abmessungen	(LxBxH): 111,5 x 168 x 138 mm								
	Eigenschaften	Bedientastatur, triggerbar, synchronisierbar, Speichermöglichkeit 20 unterschiedlicher Sensorkennlinien; LED-Anzeigen; Hutschienenmontage; digitale Schnittstellen; Software zur Datenverarbeitung und Konfiguration								
Elektromagnetische Verträglichkeit (EMV)		gemäß EN 50081-1 und EN 61000-6-2								

d.M. = des Messbereichs
Alle Daten ausgehend von konstanter Raumtemperatur bei Messung auf planparalleles Prüfglas in Direktreflektion.

2.9 Technische Daten IFS2402

Modell (Miniaturausführung)	IFS	2402-0,4	2402-1,5	2402/90-1,5	2402-4	2402/90-4	2402-10	2402/90-10
Messbereich	mm	0,4	1,5	1,5	3,5	2,5	6,5	6,5
Messbereichsanfang	mm (ca.)	1,5	0,9	2,5 [1]	1,9	2,5 mm [1]	2,5	3,5
Lichtfleckdurchmesser	µm	10	20	20	20	20	100	100
Linearität	µm	~0,3	1,2	1,2	~3,0	2,0	13	13
	% d.M.	≤ ±0,08					≤ ±0,2	
Auflösung	µm	0,016	0,06	0,06	0,14	0,1	≤ 0,7	≤ 0,7
	% d.M.	0,004					0,01	
Gewicht		15 g						
Max. zulässiger Reflexionswinkel in direkter Reflexion		±8 °	±5 °	±5 °	±3 °	±3 °	±1,5 °	±1,5 °
Messrate		einstellbar von 500 Hz bis 31250 Hz						
Zulässiges Fremdlicht		30.000 lx						
Lichtquelle		Xenon-Lampe						
Schutzgrad		IP 40 (Sensor/Controller), IP 20 (externe Lichtquelle)						
Betriebstemperatur		+10 bis +50 °C						
Lagertemperatur		-30 bis +70 °C						
Ausgang	analog	2 x 0 - 10 V (15 Bit), Last ≥ 10 kOhm						
	digital	RS 232 / RS 422 / USB 2.0						
Versorgung		24 VDC						
Sensorkabel (Lichtwellenleiter)		Länge: integriertes Kabel 2 m; Verlängerung bis 50 m Biegeradius: statisch 30 mm; dynamisch 40 mm						
Controller	Abmessungen	(LxBxH): 111,5 x 168 x 138 mm						
	Eigenschaften	Bedientastatur, triggerbar, synchronisierbar, Speichermöglichkeit 20 unterschiedlicher Sensorkennlinien; LED-Anzeigen; Hutschienenmontage; digitale Schnittstellen; Software zur Datenverarbeitung und Konfiguration						
Elektromagnetische Verträglichkeit (EMV)		gemäß EN 50081-1 und EN 61000-6-2						

d.M. = des Messbereichs
1) Messbereichsanfang ab Sensorachse gemessen.
Alle Daten ausgehend von konstanter Raumtemperatur bei Messung auf planparalleles Prüfglas in Direktreflexion.

2.10 Technische Daten externe Lichtquelle

Netzversorgung	115/230 VAC, 50/60 Hz
Leistungsaufnahme	400 W
Betriebsstundenzähler	99.999,9 Stunden max.
Auflösung Betriebsstundenzähler	0,1 Stunden
Genauigkeit Betriebsstundenzähler	0,04 %
Betriebstemperatur	0 bis 40 °C
Lagertemperatur	-30 to +70 °C (-22 to +158 °F)
Relative Luftfeuchtigkeit	95 % bei 38 °C max.
Abmaße	300 x 110 x 310 mm
Schutzart	IP20
Masse	4,5 kg

3. Lieferung

3.1 Lieferumfang

1 Sensor	1 Externe Lichtquelle
1 Sensorkabel	1 Kaltgeräteleitung
1 Controller	1 Lichtwellenleiter
1 Abnahmeprotokoll	
1 Betriebsanleitung	

Prüfen Sie die Lieferung nach dem Auspacken sofort auf Vollständigkeit und Transportschäden. Wenden Sie sich bitte bei Schäden oder Unvollständigkeit sofort an den Hersteller oder Lieferanten.

3.2 Lagerung

Lagertemperatur: -30 bis +70 °C
Luftfeuchtigkeit: 5 - 95 % (nicht kondensierend)

4. Montage

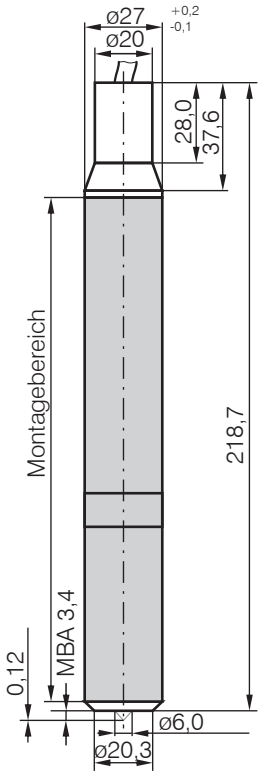
Die Sensoren der Serie IFS240x sind optische Sensoren, mit denen im µm-Bereich gemessen wird.

Achten Sie bei Montage und Betrieb auf sorgsame Behandlung!

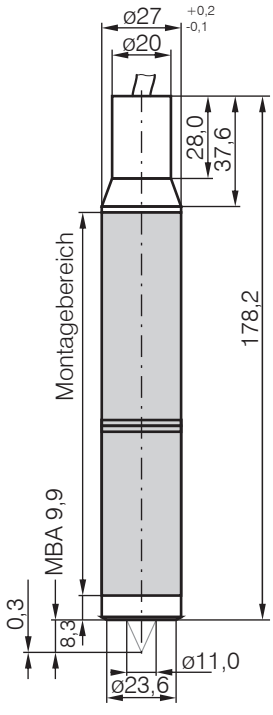
Sensorabmessungen in mm, nicht maßstabsgetreu.

MBA= Messbereichsanfang

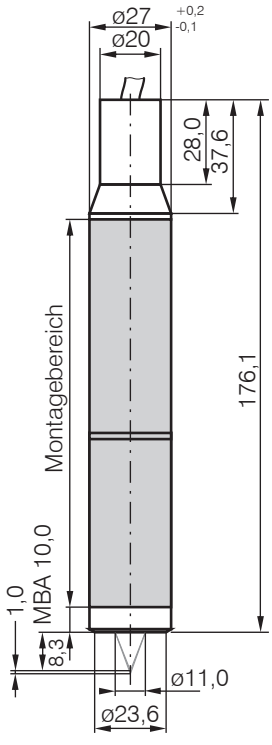
4.1 Befestigungen und Abmessungen der Sensoren



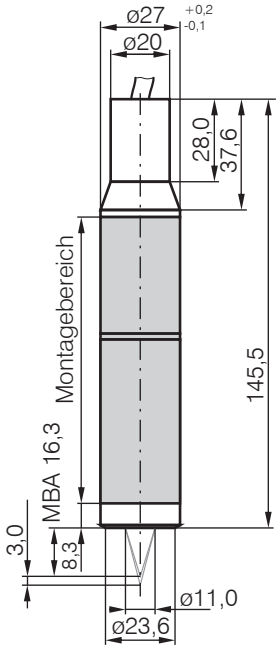
IFS2401-0,12



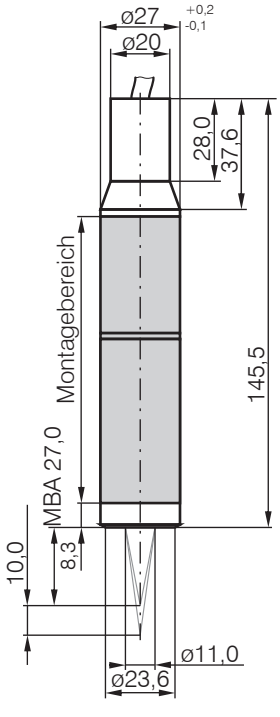
IFS2401-0,4



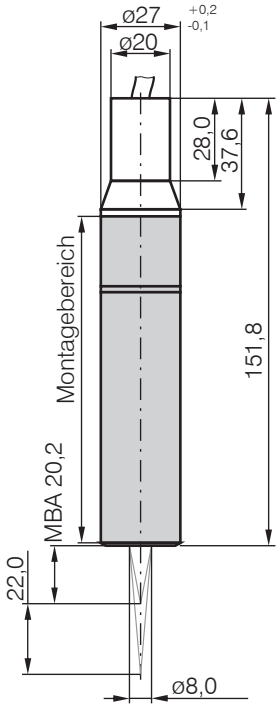
IFS2401-1



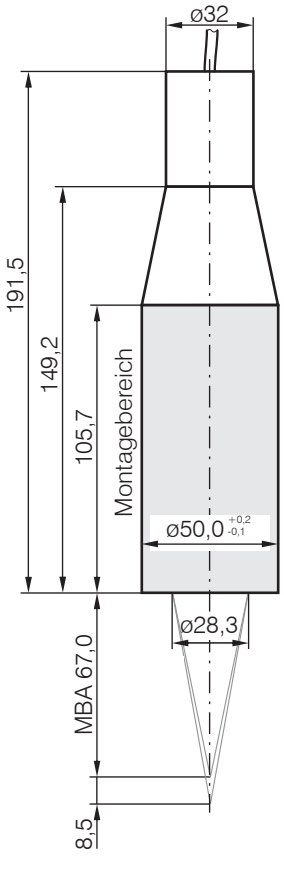
IFS2401-3



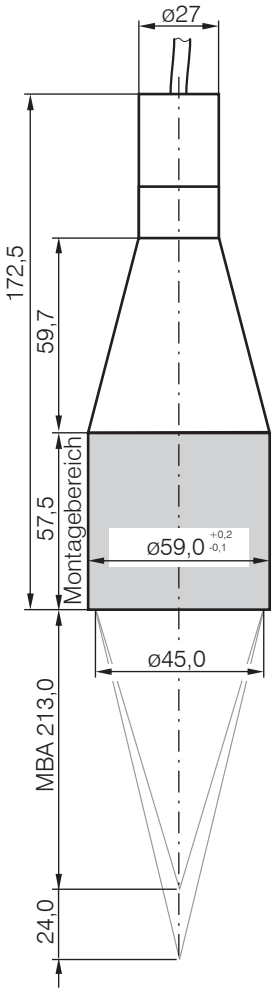
IFS2401-10



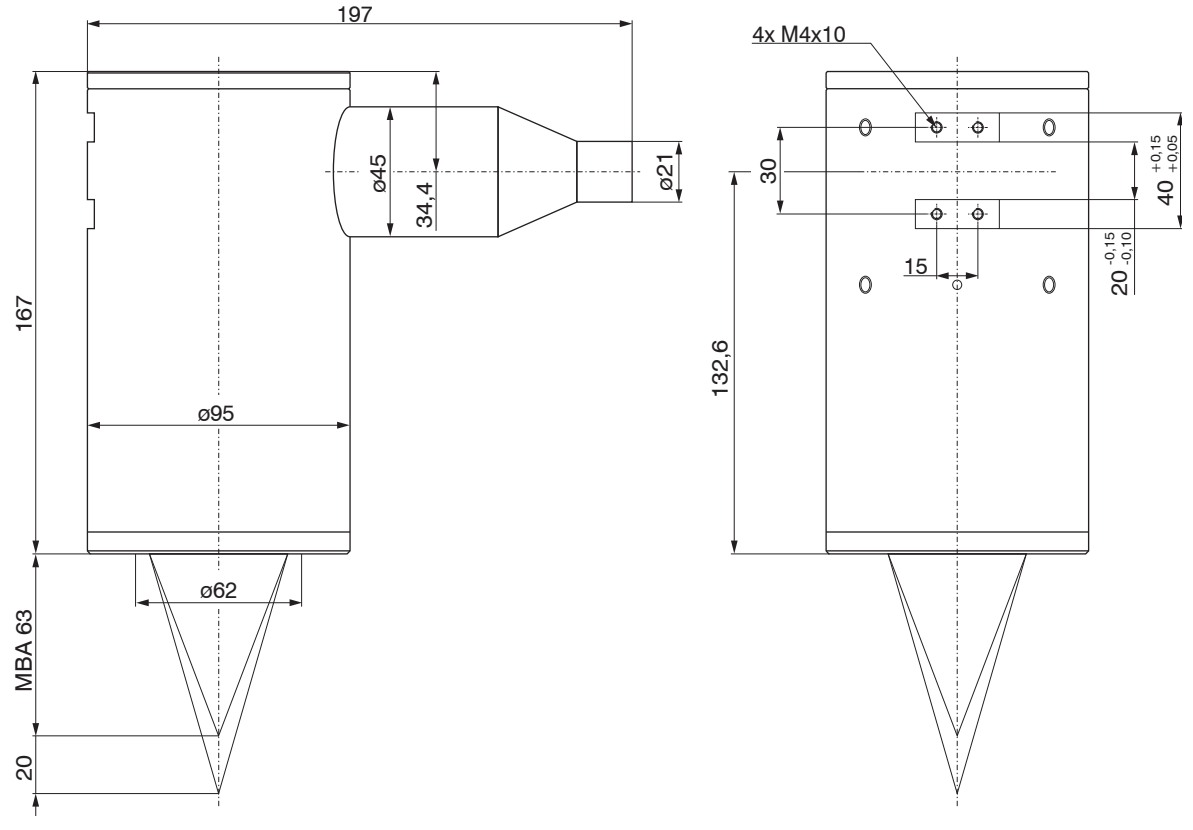
IFS2401-25



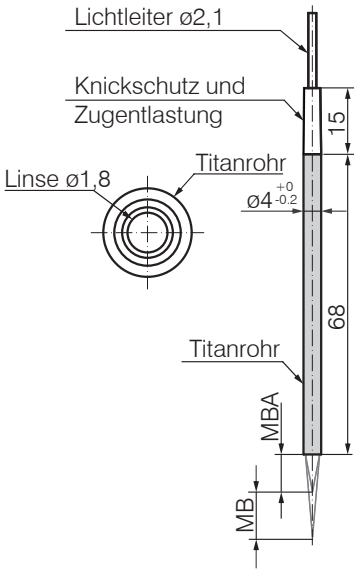
IFS2400-10



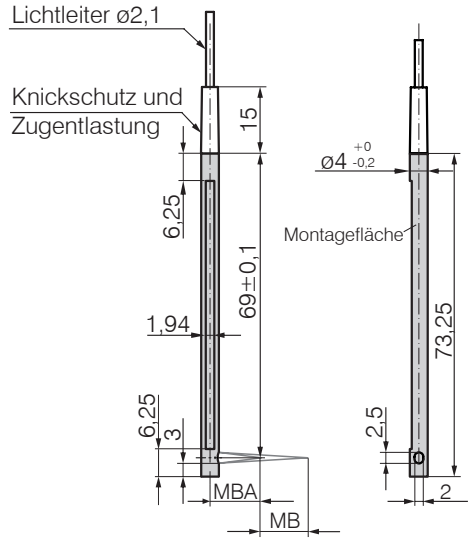
IFS2400-24



IFS2400-20(01)



IFS2402 -0,4/1,5/4/10



IFS2402/90 -1,5/4/10

4.1.1 Messbereichsanfang

Für jeden Sensor muss ein Grundabstand (MBA) zum Messobjekt eingehalten werden.

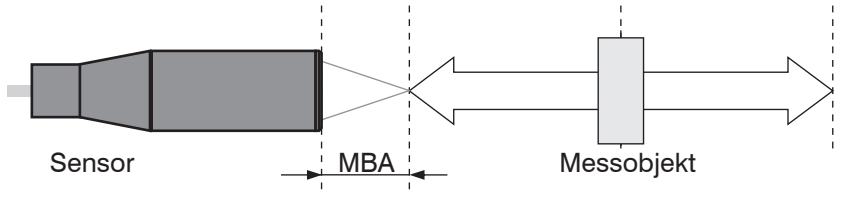


Abb. 9: Messbereichsanfang (MBA), der kleinste Abstand zwischen Sensorstirnfläche und Messobjekt

MBA = Messbereichsanfang

Sensor	Messbereichsanfang
IFS 2401-0,12	3,4
IFS 2401-0,4	9,9
IFS 2401-1	10
IFS 2401-3	16,3
IFS 2401-10	27
IFS 2400-10	67
IFS 2400-20(01)	63
IFS 2401-25	20,2

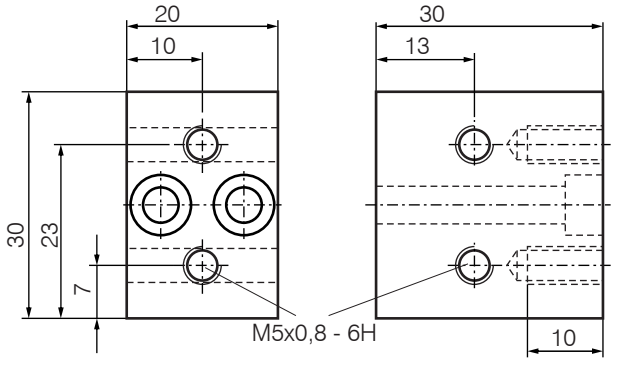
Sensor	Messbereichsanfang
IFS 2400-24	213
IFS 2402-0,4	1,5
IFS 2402-1,5	0,9
IFS 2402/90-1,5	0,5
IFS 2402-4	1,9
IFS 2402/90-4	0,5
IFS 2402-10	2,5
IFS 2402/90-10	1,5

4.1.2 Umfangsklemmung

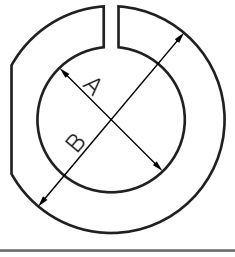
➡ Montieren Sie die Sensoren IFS 240x mit Hilfe eines Montageadapters.

Diese Art der Sensormontage bietet die höchste Zuverlässigkeit, da der Sensor über sein zylindrisches Gehäuse flächig geklemmt wird. Sie ist bei schwierigen Einbauumgebungen zum Beispiel an Maschinen, Produktionsanlagen und so weiter zwingend erforderlich.

MA2400 für Sensoren 2400/ 2401 bestehend aus Montageblock und Montagering



Sensor IFS mit Montageadapter

Montagering		Maß A	Maß B	Sensor
MA2400-27		ø27	ø46	IFS 2401 -x
MA2400-50		ø50	ø66	IFS 2400 -10
MA2400-59		ø59	ø75	IFS 2400 -24

Tab. 1: Umfangsklemmung mit MA2400

MA2402 für Sensoren 2402

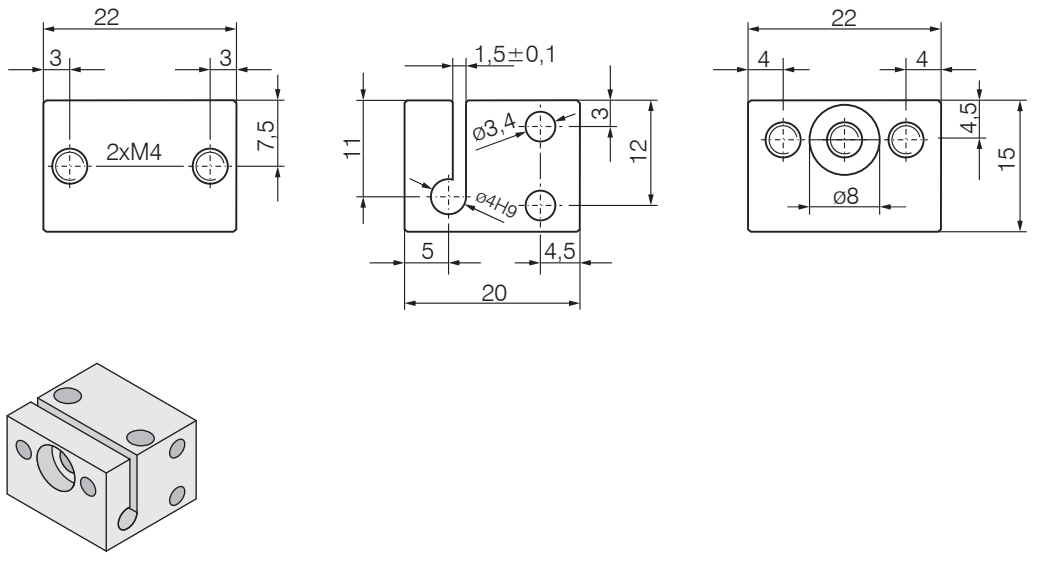


Abb. 10: Umfangsklemmung mit MA2402

4.2 Sensorkabel, Lichtwellenleiter

Sensor und Controller sind mit einem Lichtwellenleiter verbunden. Sensorkabellängen bis 50 m sind möglich. Kürzen oder verlängern Sie nicht die Lichtwellenleiter.
Ein beschädigtes Sensorkabel kann nicht repariert werden.

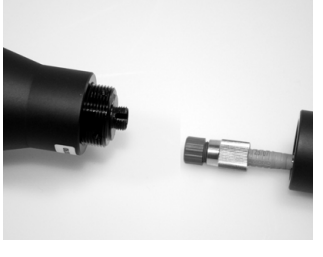
Vermeiden Sie grundsätzlich
- jegliche Verschmutzung der Steckertechnik,
- mechanische Belastung,
- starke Krümmungen des Kabels.

i Wenn Sie die Schutzkappe am Sensorkabel nur unmittelbar vor der Montage am Sensor abnehmen, vermeiden Sie eine Verschmutzung des optischen Strahlenganges.

Minimaler Biegeradius: 30 mm (statisch)
40 mm (dynamisch)

Montageschritte:

- Lösen Sie die Schutzhülse am Sensor.
- Führen Sie das Sensorkabel durch die Schutzhülse.

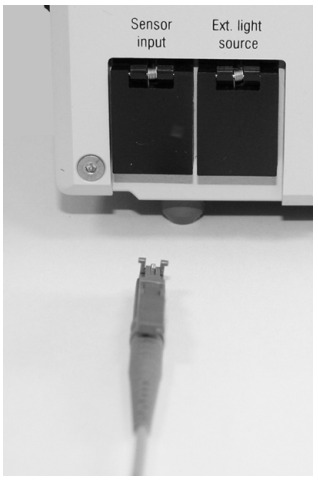


- Entfernen Sie die Schutzkappe am Sensorkabel und bewahren Sie diese auf.
- Führen Sie den Verriegelungsstift am Sensorkabel in die Aussparung am Sensor.

- Verschrauben Sie Sensorkabel und Sensor.
- Schrauben Sie die Schutzhülse auf den Sensor.

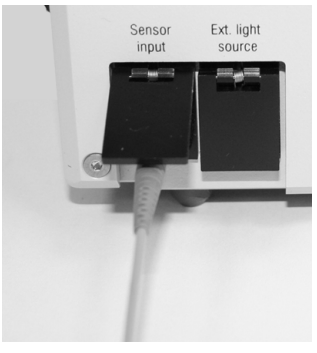
- Verbinden Sie anschließend Sensorkabel und Controller.

  Achten Sie auf die richtige Ausrichtung des Sensorsteckers.



Sensorkabel am Controller abstecken:

- Drücken Sie den Entriegelungshebel am Sensorstecker nach unten und ziehen Sie den Sensorstecker aus der Buchse heraus.



Lichtwellenleiter

Die externe Lichtquelle und der Controller sind mit einem Lichtwellenleiter verbunden.

- Schließen Sie erst den Lichtwellenleiter an die externe Lichtquelle und den Controller an, bevor Sie die externe Lichtquelle einschalten.

Damit vermeiden Sie ein unkontrolliertes Blicken in die Lichtquelle.

Minimaler Biegeradius des Lichtwellenleiters: 30 mm.

Montageschritte:

- Entfernen Sie die Schutzkappe am Lichtwellenleiter und bewahren Sie diese auf.
- Führen Sie den Verriegelungsstift am Lichtwellenleiter in die Aussparung an der externen Lichtquelle.

- Verschrauben Sie den Lichtwellenleiter.
- Verbinden Sie den Lichtwellenleiter mit dem Controller.
- Achten Sie auf die richtige Ausrichtung des Steckers.

Lichtwellenleiter am Controller abstecken:

- Drücken Sie den Entriegelungshebel am Stecker nach unten und ziehen Sie den Stecker aus der Buchse heraus.

4.3 Abmessungen Controller

➡ Stellen Sie den Controller so auf, dass die Funktionstasten, Sensorbuchse, Bedien- und Anzeigeelemente nicht verdeckt werden.

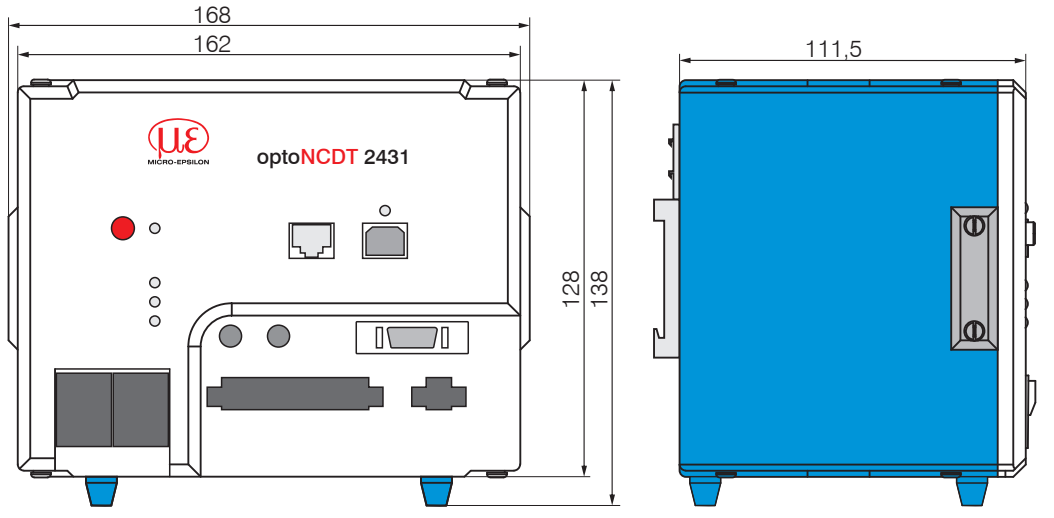


Abb. 11: Maßzeichnung des Controllers

4.4 Abmessungen externe Lichtquelle

Der Minimalabstand zwischen externer Lichtquelle und benachbarten Objekten beträgt 150 mm. Dies gewährleistet eine ausreichende Luftzirkulation in der externen Lichtquelle.

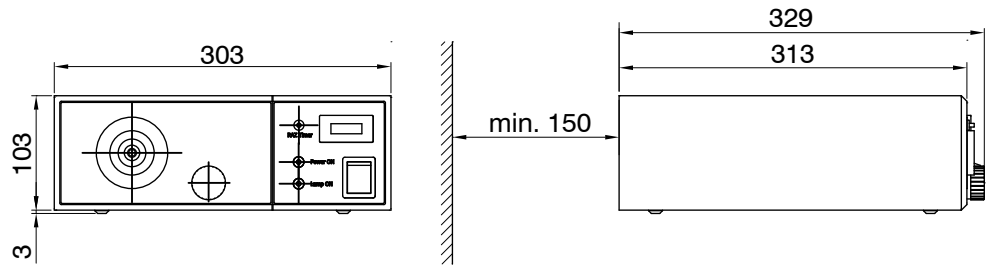


Abb. 12: Maßzeichnung externe Lichtquelle

4.5 Elektrische Anschlüsse Controller

4.5.1 Versorgungsspannung

➡ Verbinden Sie den Controller mit einer Spannungsversorgung (24 VDC/1 A).

➡ Verwenden Sie dazu die Anschlüsse an der Vorderseite des Controllers, siehe Abb. 13.

Wenn Sie eine externe Lichtquelle verwenden, verbinden Sie diese mit der Netzversorgung.

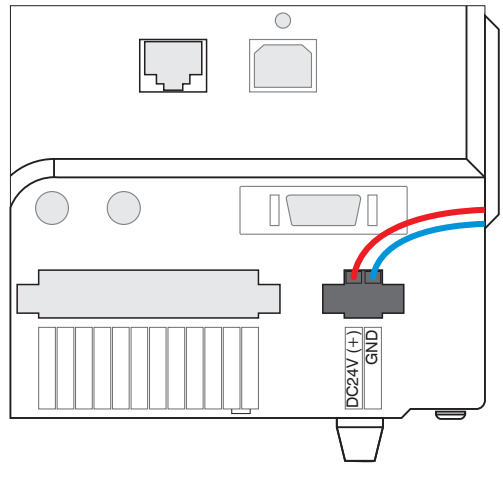


Abb. 13: Anschlüsse für die Versorgungsspannung, Controller

4.5.2 RS232/RS422-Schnittstelle

Für die RS232/RS422- Schnittstelle wird ein und dieselbe Buchse verwendet.
Die Festlegung des Schnittstellentyps erfolgt an der 12-pol. Klemmbuchse.

➡ Verbinden Sie für den RS422-Betrieb die Pins „5 V (+)“ und „RS422“, siehe Abb. 14.

Für den RS232-Betrieb sind die Pins „5 V (+)“ und „RS422“ nicht miteinander verbunden.
Die RS232/RS422-Buchse ist vom Typ RJ11.

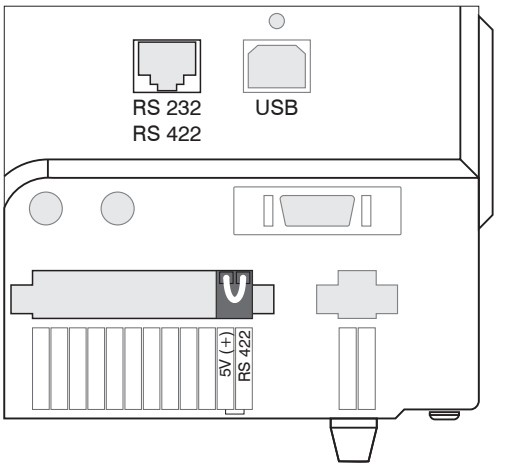


Abb. 14: Controller mit Schnittstellentyp RS422

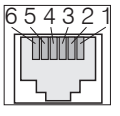


Abb. 15: 6-pol. Einbaubuchse, Ansicht: Steckerseite

Pin	Name	Beschreibung
3	RX	Empfänger
4	GND	Masse
5	TX	Sender

Tab. 2: Anschlussbelegung RS232

Pin	Name	Beschreibung
2	RX -	Empfänger - (Differenzsignal)
3	RX +	Empfänger + (Differenzsignal)
4	GND	Masse
5	TX +	Sender + (Differenzsignal)
6	TX -	Sender - (Differenzsignal)

Tab. 3: Anschlussbelegung RS422

4.5.3 USB-Schnittstelle

Die USB-Buchse, siehe Abb.15, erfordert einen Standardstecker vom Typ B.

i Verwenden Sie ausschließlich ein USB 2.0 konformes Hochgeschwindigkeitskabel.

USB 2.0 arbeitet mit einer Übertragungsrate von circa 40 MBit/s.

Treiber für die USB- Schnittstelle finden Sie im Internet unter www.micro-epsilon.de/link/opto/2431 in der Rubrik “IFC Tool“, siehe auch Kapitel 6.4.3.

4.5.4 Analogausgang

Die zwei Analogausgänge (0 ... 10 V) liegen an der 12-pol. Klemmbuchse an, siehe Abb. 16.

Ausgang 1: Pin 5 und Pin 6 (v.l.n.r.)

Ausgang 2: Pin 7 und Pin 8 (v.l.n.r.)

Mit der Taste „Zero“ können Sie den Analogausgang auf 0 V setzen.

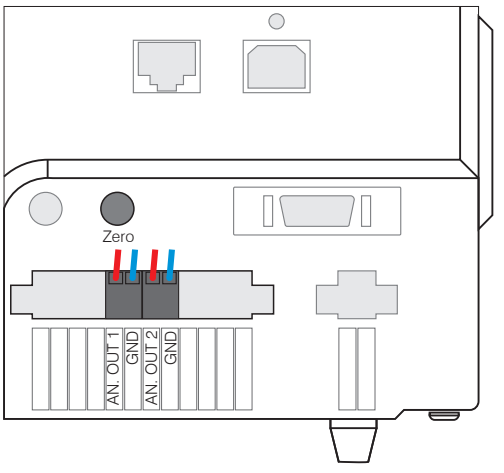


Abb. 16: Analogausgänge am Controller

4.5.5 Synchronisation

Die Ein-/Ausgänge für die Synchronisation liegen an der 12-pol. Klemmbuchse an, siehe Abb. 17.

Eigenschaften: TTL, 0 ... 5 V
Pin 1: Sync in (Eingang Synchronisation)
Pin 2: GND (Masse)
Pin 3: Sync out (Ausgang Synchronisation)
Pin 4: GND (Masse)

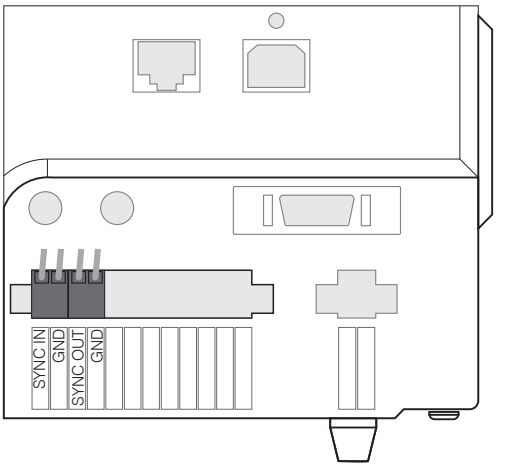


Abb. 17: Synchronisationseingänge am Controller

Das Signal „Sync out“ (TTL-Eigenschaften) liegt ständig mit Messfrequenz an und bedarf keiner weiteren Einstellung. Vor jedem Frame wird ein „Sync out“-Puls ausgegeben. Das „Sync out“-Signal wird am Ende der Belichtungszeit ausgegeben.

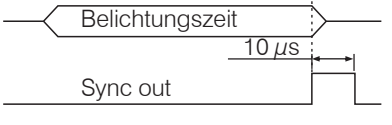


Abb. 18: Zeitverlauf des Signals „Sync out“

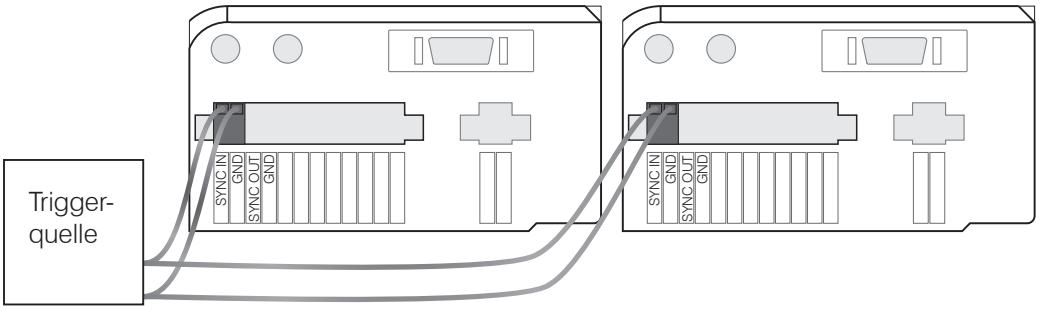


Abb. 19: Paralleles Synchronisieren von 2 Controllern

Dickenmessung mit zwei Sensoren
Beide Sensoren messen zeitgleich. Dies ermöglicht eine genaue Dickenmessung, da ein Lageversatz des Messobjektes ausgeschlossen ist. Beide Controller werden von einer Triggerquelle parallel angesteuert.

4.5.6 Digital I/O, Encoder

Am 20-pol. Digital I/O-Anschluss, siehe Abb. 20, können bis zu 3 Encoder angeschlossen werden.

Steckverbindertyp: MDR.

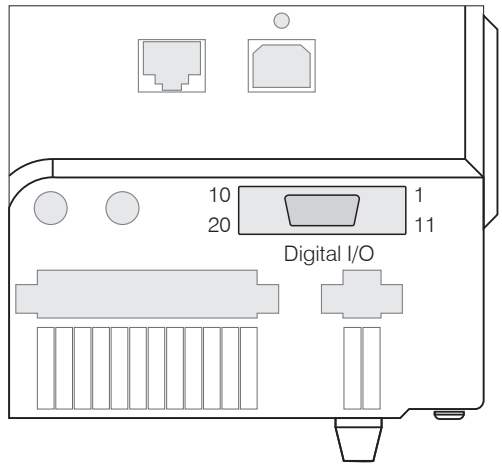


Abb. 20: Encoderanschluss am Controller

Pin	Beschreibung	Adernfarbe IFC2401/ 2431
1	Masse	blau
2	A+, Encoder 1	weiß
3	B+, Encoder 1	braun
4	A+, Encoder 2	grün
5	B+, Encoder 2	gelb
6	A+, Encoder 3	grau
7	B+, Encoder 3	rosa
20	+5 VDC	rot

Tab. 4: Pinbelegung Digital I/0

Der Controller erwartet einen Encoder mit TTL-Ausgang (+5 V). Das Signal ist auf Masse bezogen. Spur A und B eines Encoders werden mit den Eingängen A+ und B+, bei gemeinsamer Masse, verbunden. Die max. Pulsfrequenz beträgt 2,5 Mhz.

Zählpulse
Spur A und B erlauben eine Richtungserkennung, deshalb erhöht oder erniedrigt jeder Encoderimpuls den Zählstand. Die Encoderpulse werden einfach ausgewertet, es erfolgt keine Mehrfachauswertung. Der Zählstand wird mit jedem neuen Puls von Spur A erhöht oder erniedrigt. Bei 50 % der Belichtungszeit liest der Controller die Encoderdaten ein. Der max. Zählerstand vor einem Überlauf beträgt 1.073.741.824 (2 ^ 30). Der Zählwert kann mit dem $RCD-Befehl auf den definierten Rücksetzwert 536.870.912 gesetzt werden.

Datenformat
Jeder Encoderwert kann als Bestandteil eines zu übertragenden Frame ausgewählt werden. Ein Frame besteht im Binärformat aus minimal zwei Bytes, getrennt durch die Frametrennung (2 mal 0xFF). In einem Frame wird erst das High-Byte und dann das Low-Byte übertragen. Da der Zählwert 2 ^ 30 betragen kann, wird jeder Encoderwert in zwei Paketen, lower 15 Bit zuerst, mit einer Wortlänge von je 15 Bit übertragen, siehe auch Kap. 6.3.2 und 6.4.1.

5. Betrieb

5.1 Inbetriebnahme

- Verbinden Sie die externe Lichtquelle mit der Netzversorgung, siehe Kap. 2.7.
- Verbinden Sie den Controller mit einer Spannungsversorgung, siehe Kap. 4.5.1.
- Verbinden Sie Sensor, Controller und die externe Lichtquelle mit den Lichtwellenleitern.
- Schalten Sie die externe Lichtquelle ein.
- Schalten Sie den Controller mit dem Schalter “Power”, ein.

Nach dem Einschalten des Controllers und Ablauf einer kurzen Inbetriebnahmesequenz von circa 10 s, beginnt der Sensor zu messen. Während der Inbetriebnahmesequenz gehen die LED’s am Controller kurzzeitig an und wieder aus.

5.2 Messen

5.2.1 Wegmessung

- Richten Sie den Sensor senkrecht auf das zu messende Objekt und rücken Sie den Sensor (oder das Messobjekt) anschließend so lange immer weiter vor, bis der dem verwendeten Sensor entsprechende Arbeitsabstand (MBA), siehe Kap. 4.1.1, erreicht ist. Sobald sich das Objekt im Messfeld des Sensors befindet, wird dies durch die LED „Measure“ an der Frontplatte des Controllers, siehe Abb. 4, angezeigt.

i Die Abstandswerte erhöhen sich in dem Maß, als sich das Messobjekt von der Sensorstirnfläche wegbewegt.

Measure ○	Aus	Kein Messobjekt vorhanden oder außerhalb des Messbereichs
☼	Grün	Messobjekt in der Nähe von Messbereichsmitte (zwischen 15 und 85 % d.M.)
☼	Orange	Messobjekt in der Nähe von Messbereichsanfang oder -ende (zwischen 0 und 15 % d.M. bzw. 85 und 100 % d.M.)

5.2.2 Dickenmessung

In der Betriebsart Dickenmessung wertet der Controller zwei an den Oberflächen reflektierte Signale des Messobjekts aus. Der Controller berechnet aus beiden Signalen die Intensität, die Wege zu den Oberflächen und die Dicke.

- Richten Sie den Sensor senkrecht auf das zu messende Objekt. Achten Sie darauf, dass sich das Messobjekt in etwa in Messbereichsmitte (= MBA + 0,5 x MB) befindet.

Die LED „Measure“ an der Frontplatte des Controllers, siehe Abb. 4, leuchtet, sobald sich die erste Oberfläche (Weg 1) des Objekts im Messbereich des Sensors befindet. Die LED gibt keine Auskunft über die Anwesenheit der zweiten Oberfläche im Messbereich des Sensors.

i Der Lichtstrahl muss senkrecht auf die Objektoberfläche treffen, andernfalls sind Messunsicherheiten nicht auszuschließen. Die maximale zulässige Verkippung zwischen Sensor und Messobjekt entnehmen Sie bitte den technischen Daten.

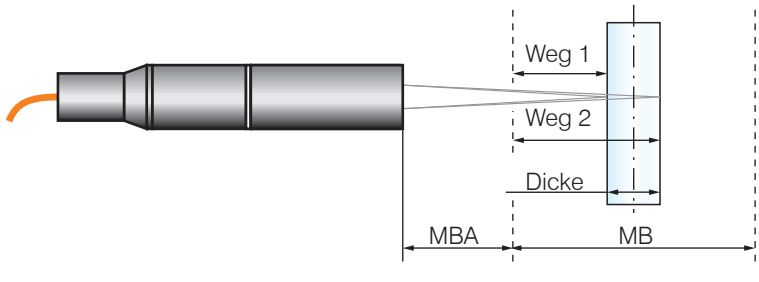


Abb. 21: Einseitige Dickenmessung an einem transparenten Messobjekt

MBA = Messbereichsanfang
MB = Messbereich
Minimale Messobjektdicke: 8 % vom Sensormessbereich
Maximale Messobjektdicke: Sensormessbereich x Brechungsindex Messobjekt

Der Controller verwendet die zwei stärksten Signale für die Dickenberechnung. Verwenden Sie die Multipeak-Software von Micro-Epsilon, wenn Sie benachbarte Signale für die Dickenberechnung verwenden wollen.

Für die Berechnung eines korrekten Dickenmesswerts ist die Angabe des Brechungsindex unerlässlich. Um die spektrale Abweichung des Brechungsindex innerhalb des Messbereichs auszugleichen wird die Verwendung einer Brechungsindexdatei empfohlen. Die Datei enthält die Änderung des Brechungsindex eines bekannten Messobjekts innerhalb des Messbereichs.
Befindet sich eine Oberfläche des Messobjekts außerhalb des Messbereichs, liefert der Controller nur ein Signal für den Weg, Intensität und Schwerpunkt. Dies kann auch der Fall sein, wenn ein Signal unterhalb der Erfassungsschwelle liegt. In der Standardeinstellung, siehe Kap. 6.6.23, sendet der Controller für “Weg 1“, “Schwerpunkt 1“ und “Intensität 1“ Werte ungleich Null. Diese Werte werden auf die Variablen “Weg 2”, “Schwerpunkt 2” und “Intensität 2” gespiegelt. Also “Weg 2” = “Weg 1” und “Intensität 2” = “Intensität 1”. Der Dickenwert ist auf Null gesetzt.
Synchronisieren Sie die Controller für die Dickenmessung mit zwei Sensoren, siehe Kapitel 4.5.5.

5.2.3 Signal invertieren

Für die Erstellung zum Beispiel eines Höhenprofils ist eine Invertierung des Ausgangssignals notwendig, siehe Abb. 22. Weitere Einzelheiten über das RVS-Kommando erhalten Sie in Kap. 6.6.5. Der Controller berechnet das zugehörige Signal nach folgender Formel:

Invertiertes Signal = Messbereich - Wegsignal

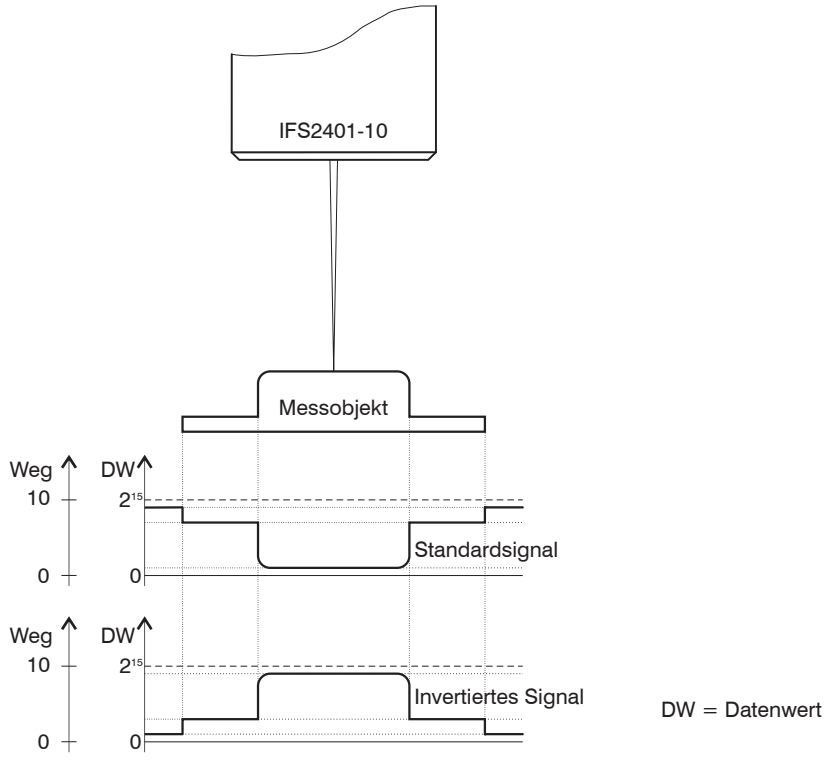


Abb. 22: Profilmessung mit dem IFS 2401-10

Das Kommando „RVS“ invertiert auch das Analogsignal.

5.3 Erfassung des Dunkelsignals

Das Sensordunkelsignal gibt die im Sensor inhärente optoelektronische Störung wieder, die gelöscht werden muss, um einen ordnungsgemäßen Betrieb des Controllers zu gewährleisten. Die Höhe des Dunkelsignals ist von der Messrate abhängig. Die Erfassung des Dunkelsignals besteht in der Aufzeichnung des Störungswertes, so dass dieser gelöscht werden kann, während sich der Sensor im Messbetrieb befindet. Die Erfassung des Dunkelsignals wird zwar im Rahmen der Sensoreinstellung durch den Hersteller durchgeführt, muss aber in regelmäßigen Abständen wiederholt werden.

➨ Ändern Sie die Lichtintensität an der externen Lichtquelle, müssen Sie die Dunkelsignalmessung wiederholen.

i Für jede Messrate muss erstmalig das Dunkelsignal gemessen werden.

Arbeitsschritte:

➨ Entfernen Sie das Messobjekt aus dem Messbereich oder decken Sie die Sensorspitze mit einem Stück Papier ab.

➨ Drücken Sie die Taste „Dark“, siehe Abb. 4.

i Zur Erfassung des Dunkelsignals darf sich unter keinen Umständen ein Objekt innerhalb des Messbereichs befinden, beziehungsweise blenden Sie den Lichtstrahl aus, indem Sie die Sensorspitze mit einem Stück Papier abdecken.

Die LED‘s „Error“, „Intensity“ und „Measure“ beginnen zu blinken. Nun zeichnet der Sensor einige Sekunden lang das Dunkelsignal auf. Anschließend blinken die drei LED‘s am Controller und zeigen damit das Ergebniss der Dunkelsignalmessung an.

Grün:	Dunkelsignal ist in Ordnung
Orange:	Dunkelsignal ist zu hoch bei niedrigen Messraten, es ist aber möglich bei höheren Messraten zu messen
Rot:	Dunkelsignal ist zu hoch bei allen Messraten

➨ Entfernen Sie die Papierabdeckung vom Sensor. Der Sensor kann wieder normal verwendet werden.

Hohes Dunkelsignal

Blinken am Ende der Dunkelsignalmessung die LED‘s orange oder rot, zeigt dies ein zu hohes Dunkelsignal an. Dies kann folgende Ursachen haben:

- Lichtstrahl am Sensor ist nicht vollständig abgedeckt während der Dunkelsignalmessung.

➨ Decken Sie die Sensorspitze mit einem Stück Papier ab und wiederholen Sie die Dunkelsignalmessung.

- Die Helligkeit der verwendeten externen Lichtquelle ist zu groß für niedrige Messraten.

➨ Passen Sie die Helligkeit der externen Lichtquelle an.

i Zur Erfassung des Dunkelsignals benötigt der Controller eine Einlaufzeit von 15 min.

5.4 Analogausgang

Der Controller ist mit zwei Analogausgängen (0 ... 10 V) ausgerüstet. Diese liegen an der 12-pol. Klemmbuchse, siehe Abb. 16, an. Beide Ausgänge können unabhängig voneinander eingestellt werden, siehe Kap. 6.6.4. Die Werte werden intern mit 15 Bit codiert und über einen DA-Wandler ausgegeben.
An den Ausgängen steht wahlweise der Weg- beziehungsweise Dickenmesswert oder das Intensitätssignal an.
Mit der Taste „Zero“, siehe Abb. 16, können Sie den Analogausgang auf 0 V setzen. Die Relativmessung beenden Sie durch ein Verschieben des Messobjektes auf Messbereichsanfang und erneutes Drücken der Taste „Zero“.

Abhängig von der eingestellten Betriebsart, siehe Kap. 6.6.4, werden die Datenarten auf den Analogausgang ausgegeben.

5.5 Einstellen der Messrate

Positionieren Sie das Messobjekt in die Mitte des Messbereichs, siehe Abb. 3. Verändern Sie kontinuierlich die Messrate, bis Sie eine hohe Signalintensität erhalten,
die aber nicht übersättigt ist. Verfolgen Sie dazu die LED „Intensity“, siehe Abb. 4.

Intensity	○	Aus	Kein Fehler
	☀	Rot	Signal in Sättigung
	☀	Grün	Signal in Ordnung
	☀	Orange	Signal zu gering

Wechselt die Farbe der LED „Intensity“ auf rot, erhöhen Sie die Messrate.
Wechselt die Farbe der LED „Intensity“ auf orange, reduzieren Sie die Messrate.
Ist das Signal in der niedrigsten Messrate gesättigt, erniedrigen Sie die Lichtquellenhelligkeit.

i Wählen Sie die Messrate und die Lichtquellenhelligkeit so, dass die LED “Intensity” grün leuchtet. Ist das Signal niedrig (LED „Intensity“ auf orange) oder gesättigt (LED „Intensity“ auf rot), misst der Sensor, aber die Messgenauigkeit entspricht möglicherweise nicht den spezifizierten technischen Daten. Weitere Informationen zur Einstellung der Messrate finden Sie in Kap. 6.6.2.

5.6 Lichtintensität

Der Controller misst periodisch die vom Messobjekt reflektierte Lichtmenge und gibt diese prozentual als Intensität aus. Dieser Wert hängt unter anderem von folgenden Randbedingungen ab:

- Messrate Controller
- Lokale Steigungen am Messpunkt (Winkel zwischen der optischen Achse und der Senkrechten des Messobjekts)
- Reflexionsvermögen des Messobjekts in Abhängigkeit bei der Wellenlänge λ_0
- Verteilung der LED-Helligkeit in Abhängigkeit der Wellenlänge λ_0
- Empfindlichkeit des Bildelements in Abhängigkeit der Wellenlänge λ_0

Die erkannte Wellenlänge λ_0 variiert innerhalb des Messbereichs. Deshalb ändert sich auch die gemessene Intensität an einem bestimmten Punkt auf dem Messobjekt, wenn dieses innerhalb des Messbereichs verschoben wird. Für jeden Punkt innerhalb des Messbereichs wechselt die Intensität der CMOS-Zeile zwischen 0 % und 100 %. Darüber hinaus geht der Controller in die Sättigung. Der Sättigungszustand wird durch die LED „Intensity“ (rot, siehe Abb. 4) angezeigt. Die Sättigung bezieht sich auf das originale Signal der CCD-Zeile.

Zusammenfassung

- Eine ausgezeichnete Messqualität erzielen sie, wenn die LED “Intensity“ grün leuchtet.
- Die LED “Intensity“ leuchtet rot: Erhöhen Sie die Messrate oder reduzieren Sie die Lichtintensität an der externen Lichtquelle.
- Die LED “Intensity“ leuchtet orange: Reduzieren Sie die Messrate oder erhöhen Sie die Lichtintensität an der externen Lichtquelle.

5.7 Synchronisierte Controller- und Encoderdaten

Gehen Sie wie folgt vor:

➪ Verbinden Sie die Encoder mit dem “Digital I/O“ Steckverbinder. Einzelheiten sind in Kap. 4.5.6 beschrieben.

➪ Setzen Sie jeden Encoderzähler zurück, indem Sie die Startposition der Messeinrichtung anfahren und dann den Befehl “Reset Encoder Counter” (“$RCD”) senden, siehe Kap. 6.6.20.

➪ Programmieren Sie den Controller so, dass neben den Weg- bzw. Dickenwerten auch die Encoderzählwerte übertragen werden, siehe Kap. 6.4.

Synchronisiersignale und Triggermöglichkeiten sind für synchronisierte Controller- und Encoderdaten nicht erforderlich. Diese Aufgabe erledigt der Controller automatisch.

5.8 Triggerung

Die Messwertausgabe am optoNCDT2401 ist durch ein externes Triggersignal (elektrisches Signal in Verbindung mit einem Kommando) steuerbar. Dabei wird die analoge und digitale Ausgabe beeinflusst. Die Triggerung hat keine Auswirkung auf die vorgewählte Messrate. Als externer Triggereingang wird der Synchroneingang benutzt, siehe Abb. 17. Die Controller werden ab Werk ohne gesetzte Triggerfunktion ausgeliefert, das heißt der Controller beginnt mit der Datenübertragung unmittelbar nach dem Einschalten.

5.8.1 Triggerart

Die Messwertausgabe im Triggerbetrieb kann sowohl über die Flanke als auch über den Pegel des Triggersignals gesteuert werden. Als Triggerbedingungen sind implementiert:

- Steigende Flanke (Flanke positiv),
- Fallende Flanke (Flanke negativ),
- Pegel high (Pegel H) oder
- Pegel low (Pegel L).

Die Triggerbedingungen (Flanke oder Pegel) können Sie über den Befehl „$TRF“ (siehe Kap. 6.6.12) vorgeben.

5.8.2 Triggereingang

Der Eingang „Sync in“, siehe Abb. 19, wird für das externe Signal (TTL-Eigenschaften) zur Triggerung benutzt. Die Pulsdauer des „Sync in“-Signals beträgt mindestens 1,2 µs.

5.8.3 Start-Triggerung

Die einfachste Art der Triggerung wird durch die Funktion „Start trigger“ realisiert. Nach Erhalt des Kommandos „$TRG“, siehe Kap. 6.6.12, stoppt der Controller die Datenausgabe und wartet auf ein Trigger-Signal am Eingang „SYNC IN“, siehe Abb. 23. Hat der Controller das erste Triggersignal erhalten, beendet der Controller die Funktion „Start trigger“ und wechselt in die normale Betriebsart. Weitere Triggersignale werden vom Controller nicht beachtet.
Wird das Triggersignal nicht gesendet, kann mit dem Zeichen „$“ diese Funktion beendet werden; der Controller wechselt in die normale Betriebsart.

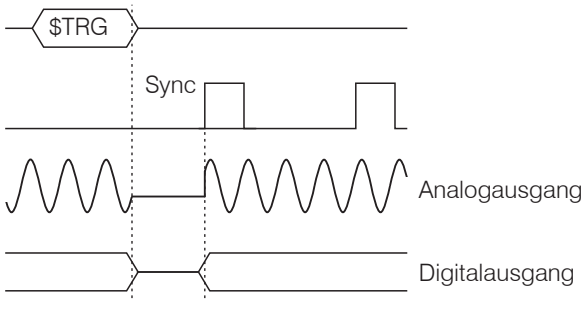


Abb. 23: Zeitverhalten der „Start trigger“-Funktion

5.8.4 Pegel-Triggerung

In der Betriebsart „Start/stop on state“ werden so lange Messwerte ausgegeben, wie die Triggerbedingung (Pegel high oder low) erfüllt ist. Mit dem Befehl „$TRF“ legen Sie die Pegelbedingung fest. Senden Sie den Befehl „$CTN“, um die Pegeltriggerung zu beenden.

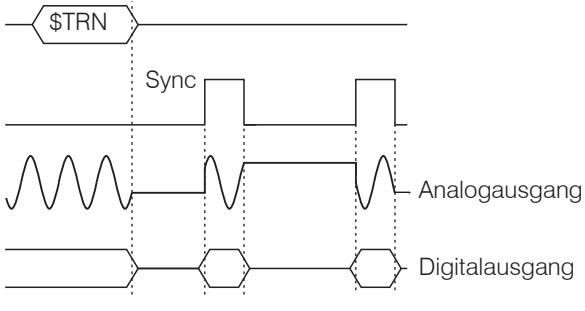


Abb. 24: Zeitverhalten der Pegeltriggerung

5.8.5 Flanken-Triggerung

Die Betriebsart „Start/stop on edge“ ist ähnlich der Pegel-Triggerung mit einer Ausnahme: Die Messwertausgabe wird durch aufeinanderfolgende Flanken ein- und ausgeschaltet. Mit dem Befehl „$TRF“ legen Sie die Flankenbedingung fest. Senden Sie den Befehl „$TRS0“, um die Flankentriggerung zu beenden.

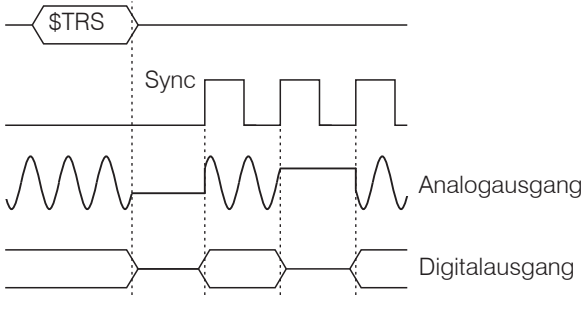


Abb. 25: Zeitverhalten der Flankentriggerung

5.8.6 Latch-Triggerung

In der Betriebsart „Latch trigger“ gibt der Controller mit jedem „SYNC IN“-Impuls eine vorher festgelegte Anzahl an Frames aus. Erhält der Controller das Kommando „$TRE0“, beendet der Controller die Funktion „Latch trigger“ und wechselt in die normale Betriebsart. Senden Sie den Befehl „$CTN“, um die Latchtriggerung zu beenden.

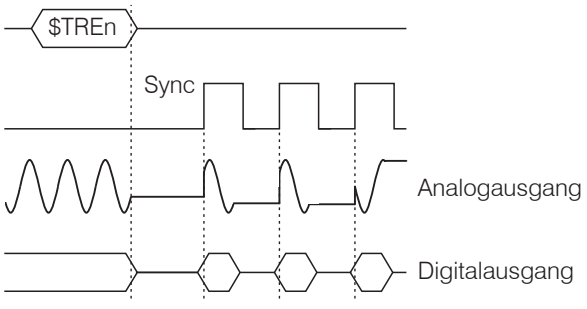


Abb. 26: Zeitverhalten der Latchtriggerung

5.8.7 Software-Trigger

Der Befehl “STR” kann als Softwaretrigger in den Triggerarten “TRE” und “TRS” verwendet werden. Der Softwaretrigger hat nicht die selbe Präzision wie der Hardwaretrigger. In der Triggerbetriebsart „TRN“ ist der Befehl „STR“ nicht möglich, verwenden Sie stattdessen die Triggerbetriebsart „TRS“.

5.8.8 Maximale Triggerfrequenz

Die maximale Triggerfrequenz, also die Häufigkeit der „SYNC IN“-Pulse, ist begrenzt durch das Zeitverhalten des Controllers. Der Controller benötigt zum Messen und Verarbeiten mehrere Zyklen:
1. Belichten: Sammeln des ankommenden Lichtes (Messen),
2. Einlesen: Umwandlung und Speicherung der Lichtsignale als digitale Werte
3. Berechnen
4. Datenübertragung

Pegel- und Flankentriggerung

$$f_{max} = \frac{1}{\frac{1+M}{M_R} + T_E}$$

f_{max}	=	Maximale Triggerfrequenz
M_R	=	Messrate
T_E	=	Interne Verarbeitungszeit (Berechnen, Datenübertragung)
M	=	Mittelungsrate, M = 1...1000
N	=	Anzahl der Frames

Beispiel
Messrate = 25.000 Hz, T_E = 0,1 ms, M = 1 (ohne Mittelung);
f_{max} = 1/(2/25.000 + 0,0001) s = 5.555 Hz

Der Controller benötigt zum Messen und Verarbeiten mehrere Zyklen.
1. Verzögerung (<1 µs)
2. Belichten: Sammeln des ankommenden Lichtes im Empfänger (1/MR),
3. Einlesen: Umwandlung und Speicherung der Lichtsignale als digitale Werte (1/MR),
4. Verarbeiten (<100 µs).

Belichten N 1/MR	Einlesen N 1/MR	Verarbeiten N < 100 µs		
	Belichten N+1 1/MR	Einlesen N+1 1/MR	Verarbeiten N+1 < 100 µs	
		Belichten N+2 1/MR	Einlesen N+2 1/MR	Verarbeiten N+2 < 100 µs
Messrate = 2 kHz			Belichten N+3 1/MR	Einlesen N+3 1/MR
40 µs	40 µs	40 µs	40 µs	0,1 ms

Abb. 27: Zeitverhalten Controller mit Mittelungsrate = 3

Bei einer Messrate von zum Beispiel 25 kHz und einer Mittelungsrate von M = 3, siehe Abb. 27, ergibt sich eine maximale Triggerfrequenz von 3.846 Hz (4x 40 µs + 0,1 ms).

Latchtriggerung

$$f_{max} = \frac{1}{\frac{(1+N*M)}{M_R} + T_E}$$

Beispiel

Messrate = 25.000 Hz, T_E = 0,1 ms, N = 5, M = 2;
f_{max} = 1/(1 + 5 * 2)/25.000 + 0,0001) s = 1.851 Hz

5.9 Zeitverhalten Controller

i = Zähler
T_{EXP} = 1/f
f = Messrate
ε << 1 µs
T_{SO} = 10 µs
T_{RO} = 0,4 ms
T_{PR} = 30...50 µs
T_{RS} = abhängig von der Konfiguration

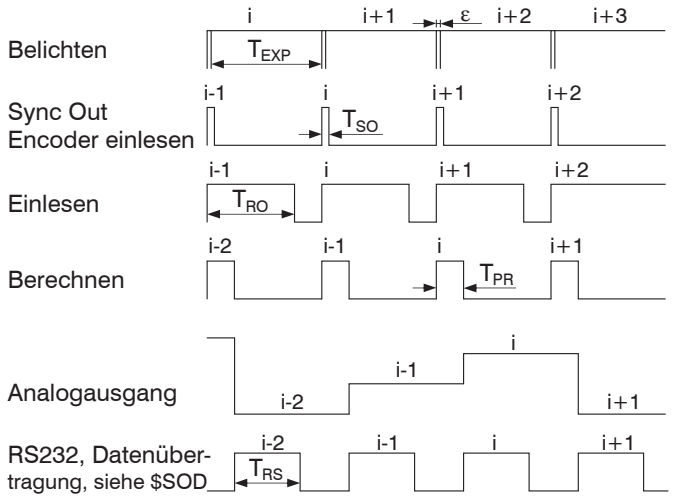


Abb. 28: Kontinuierliche Erfassung, keine Mittelwertbildung

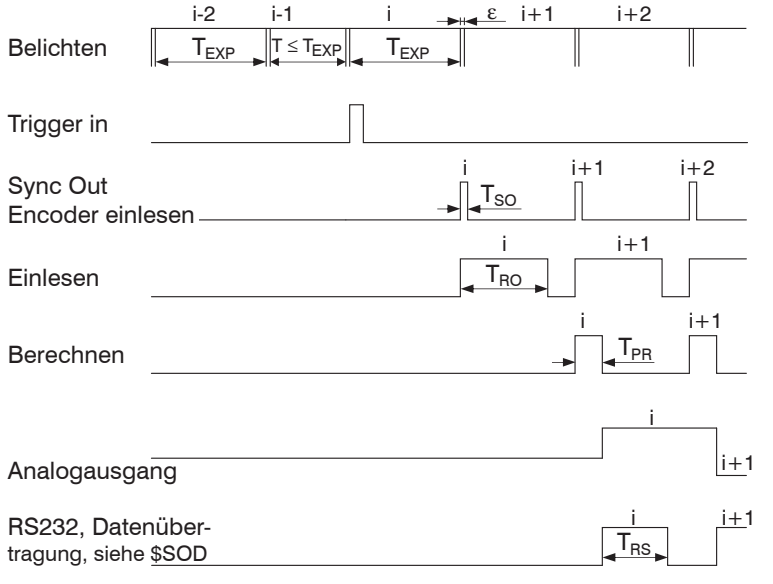


Abb. 29: Betriebsart Trigger „Start“, keine Mittelwertbildung

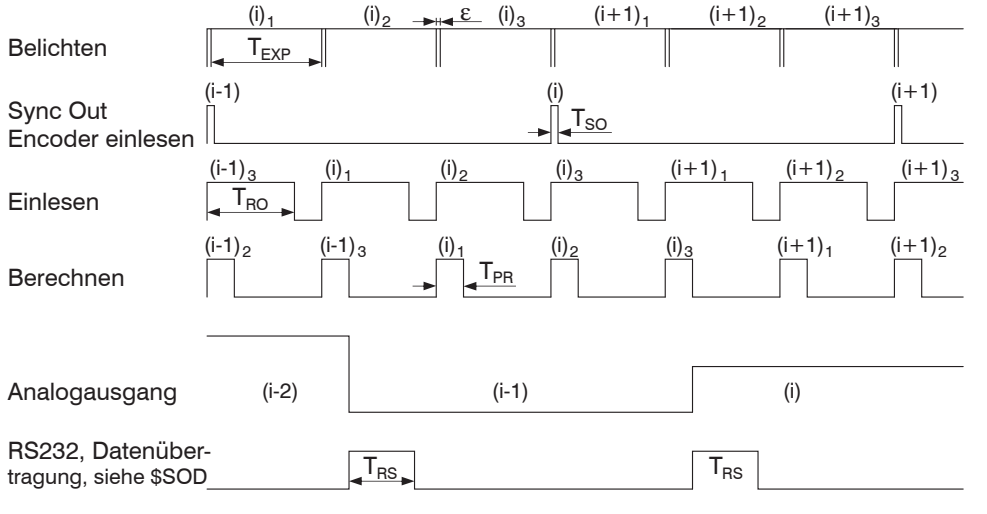


Abb. 30: Kontinuierliche Erfassung, Mittelwertbildung = 3

6. Serielle Schnittstelle

Der Controller ist mit zwei seriellen Schnittstellen zur Sensorkonfiguration und für die Ausgabe der Messdaten ausgerüstet. Das nachfolgende Kapitel beschreibt diese Möglichkeiten für die RS232/RS422. Die Befehlssequenzen, die Datenübertragungsformate sind für beide Schnittstellentypen identisch.

Der Controller sendet mit dem Einschalten Daten entsprechend der letzten Einstellung. Empfängt der Controller das Zeichen „$“, stellt er die Datenausgabe ein und wartet auf einen Befehl. Der Controller sendet ein Echo der erhaltenen Steuerzeichen zurück (einschließlich des „$“-Zeichens). Enthält ein Befehl Parameter, wird das abschließende <CR> ebenfalls zurückgesendet. Erhält der Controller einen kompletten Befehl und hat die entsprechenden Aktionen durchgeführt, sendet er den String „readyCRLF“ und kehrt zum Normalbetrieb zurück.
Empfangener Befehl nicht erlaubt:
Controllerantwort ist Echo + “invalid code<CRLF>“
Empfangener Befehl erlaubt, aber Parameterwerte nicht erlaubt:
Controllerantwort ist Echo + “not valid<CRLF>“.
Befehl und Parameter sind erlaubt, aber die Ausführung schlug fehl:
Controllerantwort ist Echo +””error<CRLF>“.

Das Programm „HyperTerminal®“ bietet eine einfach zu bedienende Oberfläche für die serielle Kommunikation mit dem Controller, siehe Kap. 6.8.

6.1 Datenformat

Die Übertragungseinstellungen von Controller und PC müssen übereinstimmen.

Bitrate: So hoch, wie möglich[1]
Datenformat: 8 Datenbits, keine Parität, ein Stopbit
Der Befehl „Baud rate“ setzt die Übertragungsrate des Controllers.

	Baud rate
Funktion	Festlegen/Anfragen der Übertragungsrate
Format	$BAUn oder $BAU?
Parameter	n = 9600, 19200, 38400, 57600, 115200, 230400 oder 460800

Hinweis: Dieser Befehl hat keine Auswirkung auf die Übertragungsrate des PC‘s und muss unabhängig davon gesetzt werden.

Begrenzung der Übertragungsrate
Die Höchstanzahl an Frames, die für einen Messpunkt übertragen werden können, hängen von der Controller-Messrate und der eingestellten Übertragungsrate der Schnittstelle ab. Soweit wie möglich sollte die höchste vorhandene Baudrate verwendet werden. Die nachfolgenden Tabellen geben die maximale Anzahl der zu übertragenden Frames an, abhängig von der Übertragungsrate der Schnittstelle und der Controller-Messrate.

Messrate	Übertragungsrate					
	9600	19200	57600	115200	230400	460800
500 Hz	_	_	1	3	7	15
1000 Hz	_	_	_	1	3	7
2000 Hz	_	_	_	_	1	3
5000 Hz	_	_	_	_	_	1

Tab. 5: Maximale Anzahl übertragbarer Frames im ASCII-Format

1 Der Controller bietet Übertragungsraten bis zu 460,8 kBaud. Ein Standard-PC-COM-Port (COM1, COM2) ist aber auf 115,2 kBaud begrenzt.

Messrate	Übertragungsrate					
	9600	19200	57600	115200	230400	460800
500 Hz	_	_	4	10	16	16
1000 Hz	_	_	1	4	10	16
2000 Hz	_	_	_	1	4	10
5000 Hz	_	_	_	_	1	3
10000 Hz	_	_	_	_	_	1

Tab. 6: Maximale Anzahl übertragbarer Frames im Binär-Format

Beispiel: Wenn Sie den Weg und die Intensität (2 Frames pro gemessenem Punkt) bei einer Messrate von 1000 Hz übertragen möchten, verwenden Sie das ASCII-Format mit einer Baudrate von 230400 oder das Binär-Format mit einer Baudrate von 115200.

Falls die Anzahl der zu übertragenden Frames, spezifiziert durch den Befehl SOD, die gegenwärtige Übertragungskapazität überschreitet, zeigt die LED „Error“ dies durch Wechsel auf orange an. Parallel dazu wird in den Status-Daten das Flag „Datenüberlauf“ gesetzt.

6.2 Befehlsaufbau

- Jeder Befehl an den Sensor startet mit dem Zeichen „$“.
- Jeder Befehl an den Sensor endet mit der Zeichenfolge „<CRLF>“ (carriage return line feed).
- Befehlsnamen bestehen aus drei Großbuchstaben.
- Besteht ein Befehl aus einem oder mehreren Parametern, folgen diese unmittelbar nach dem Befehl.
- Zwischen Befehlsname und erstem Parameter steht kein Komma.
- Mehrere Parameter werden durch Komma getrennt.
- Bei Abfragen wird der Parameter durch das Zeichen „?“ ersetzt.

6.3 Datenübertragungsformat

Der Controller unterstützt wahlweise die Formate ASCII und Binär zur Kommunikation.

6.3.1 ASCII

	ASCII
Funktion	Controller auf ASCII-Format einstellen
Format	$ASC
Antwort	Keine

Es werden 5 Zeichen (Ziffern) im ASCII-Code für einen Datenwert übertragen. Die Datenwerte innerhalb eines Frames werden durch Kommas getrennt, aufeinanderfolgende Frames durch <LFCR> (Leerzeile, neuer Absatz).

Beispiel:
Messart: Dicke
Ausgewählte Daten: Dicke, Weg 1, Weg 2
Nachfolgende Frames sind mit A, B, C und so weiter gekennzeichnet.
Die untenstehende Tabelle zeigt die ersten 36 übertragenen Zeichen.

x	x	x	x	x	,	x	x	x	x	x	,
Dicke - A					Datenwerttrennung	Weg 1 - A					Datenwerttrennung
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12

x	x	x	x	x	LF	CR	x	x	x	x	x
Weg 2 - A					Frametrennung		Dicke - B				
13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24

x = Zeichnung (0...9)

,	x	x	x	x	x	,	x	x	x	x	x
Datenwerttrennung	Weg 1 - B					Datenwerttrennung	Weg 1 - B				
25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36

Tab. 7: Zeichenfolge einer Datenübertragung im ASCII-Fomat

6.3.2 Binär

	Binär
Funktion	Controller auf Binär-Format einstellen
Format	$BIN
Antwort	Keine

Jeder vom Controller übertragene Frame (16-Bit Datenwort) wird über zwei aufeinanderfolgende Bytes codiert (erst H-Byte, dann L-Byte). Frames werden durch zwei aufeinanderfolgende Bytes <0xFF> getrennt.

Das Datenwort setzt sich im Binärformat aus zwei aufeinanderfolgenden Bytes (H-Byte / L-Byte) zusammen. Das H-Byte ist zusätzlich mit einer „0“ als MSB ausgestattet.

Start	1	7 Bit H-Byte	Stop	Start	0	7 Bit L-Byte	Stop

Konvertierung des binären Datenformates:
Bei der Konvertierung müssen High- und Low-Byte erkannt, das MSB im H-Byte entfernt und die restlichen 15 Bits wieder zu einem 15-Bit Datenwort zusammengefasst werden.

Empfang:

H-Byte	0	D14	D13	D12	D11	D10	D9	D8
L-Byte	D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0

Ergebnis der Konvertierung:

D14	D13	D12	D11	D10	D9	D8	D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0

Beispiel:
Messart: Weg
Ausgewählte Daten: Weg, Intensität
Nachfolgende Frames sind mit A, B, C und so weiter gekennzeichnet.
Die untenstehende Tabelle zeigt die ersten 12 übertragenen Bytes.

H-Byte	L-Byte	H-Byte	L-Byte	0xFF	0xFF	H-Byte	L-Byte	H-Byte	L-Byte	0xFF	0xFF
Weg - A		Intensität - A		Frametrennung		Weg - B		Intensität -B		Frametrennung	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12

Tab. 8: Zeichenfolge einer Datenübertragung im Binär-Format

Das MSB eines Datenwortes kann nicht “0xFF“ sein, weil die Daten entweder mit 12 Bit oder mit 15 Bit kodiert werden. Sind im Datenfluss drei aufeinanderfolgende “0xFF“ enthalten, ist das erste “0xFF“ zwangsläufig das LSB eines Frames. Die beiden weiteren “0xFF“ kennzeichnen die Frametrennung.

Beispiel:
Messart: Weg
Ausgewählte Daten: Weg, Intensität, Encoder 2
Nachfolgende Frames sind mit A, B, C und so weiter gekennzeichnet.
Die untenstehende Tabelle zeigt die ersten 12 übertragenen Bytes.

H-Byte	L-Byte	H-Byte	L-Byte	H-Byte	L-Byte	H-Byte	L-Byte	0xFF	0xFF	H-Byte	L-Byte
Weg - A		Intensität - A		„Encoder 2 lower 15 Bit“		„Encoder 2 higher 15 Bit“		Frametrennung		Weg - B	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12

Tab. 9: Zeichenfolge einer Datenübertragung im Binär-Format

6.4 Auswahl der zu übertragenden Daten

6.4.1 Datenarten

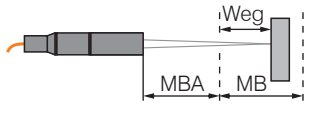
Zu jedem Messpunkt stellt der Controller unterschiedliche Informationen zur Verfügung. Die nachfolgende Tabelle zeigt die möglichen Daten.

Index Datenwort	Wegmessung	Dickenmessung
0	Weg	Dicke
1	nicht benützt	Weg 1. Oberfläche
2	nicht benützt	Weg 2. Oberfläche
3	Intensität	nicht benützt
4	nicht benützt	Intensität 1. Oberfläche
5	nicht benützt	Intensität 2. Oberfläche
6	Schwerpunkt	Schwerpunkt 1. Oberfläche
7	nicht benützt	Schwerpunkt 2. Oberfläche
8	Status	Status
9	Zähler	Zähler
10	Encoder 1: lower 15 Bit	Encoder 1: lower 15 Bit
11	Encoder 1: higher 15 Bit	Encoder 1: higher 15 Bit
12	Encoder 2: lower 15 Bit	Encoder 2: lower 15 Bit
13	Encoder 2: higher 15 Bit	Encoder 2: higher 15 Bit
14	Encoder 3: lower 15 Bit	Encoder 3: lower 15 Bit
15	Encoder 3: higher 15 Bit	Encoder 3: higher 15 Bit

Tab. 10: Zusammenfassung aller gelieferten Informationen zu einem Messpunkt

6.4.2 Bedeutung der Daten

Betriebsart Wegmessung:
- Weg ist der Abstand zwischen Messobjekt und Sensor abzüglich MBA.
- Intensität gibt die Quantität des empfangenen Lichts wieder, ausgedrückt als Prozentwert.
- Schwerpunkt gibt die Position des spektralen Maximums auf der internen Fotozeile an.



MBA = Messbereichsanfang
MB = Messbereich

Betriebsart Dickenmessung:
- Liefert einen Dickenwert, je zwei Weg-, Intensitäts- und Schwerpunktwerte für die zwei Oberflächen des Messobjektes. Die Oberfläche 1 ist die Fläche mit dem geringsten Abstand zum Sensor.

Der Controller erlaubt ein synchrones Auslesen von Controller- beziehungsweise Encoderdaten.
Die Status- und Zähler-Daten werden in Kap. 6.5.4 und 6.5.5 erklärt.

6.4.3 Datenauswahl

Der Befehl “Set Digital Output Data“ ermöglicht es dem Anwender die Bestandteile eines zu übertragenden Frames festzulegen.

	Set Digital Output Data
Funktion	Festlegen/Anfragen der für die Übertragung bestimmten Daten
Format	$SODn0,n1,n2,n3,n4,n5,n6,n7,n8,n9,n10,n11,n12,n13,n14,n15 oder $SOD?
Antwort	Ni = 0 (Daten werden nicht übertragen) Ni = 1 (Daten werden auf der RS232/422-Schnittstelle übertragen) Ni = 9 (Daten werden auf die USB-Schnittstelle übertragen) i = 0 … 15 (Index Datenwort)

Angehängte Nullen können zur Vereinfachung weggelassen werden. Zum Beispiel kann $SOD1,0,0,1,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0 durch $SOD1,0,0,1 ersetzt werden.

Beispiele:

- In der Betriebsart Weg sollen der Wegmesswert und die Intensität, siehe Tab. 10, für jeden Messpunkt über die RS232/422-Schnittstelle übertragen werden. Folgender Befehl muss an den Controller gesendet werden: $SOD1,0,0,1,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0 (oder $SOD1,0,0,1).
- In der Betriebsart Weg sollen der Wegmesswert, siehe Tab. 10, für jeden Messpunkt über die USB-Schnittstelle übertragen werden. Folgender Befehl muss an den Controller gesendet werden: $SOD9,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0 (oder $SOD9).

i Auf der RS232/422-Schnittstelle ist die Übertragungskapazität abhängig von der Messrate und den zu übertragenden Daten. Prüfen Sie vor Verwendung des Befehls $SOD die Übertragungsrate um einen Datenüberlauf zu vermeiden.

6.5 Daten dekodieren

6.5.1 Betriebsart Wegmessung

Umwandlung der Wegmesswerte in Mikrometer:

Weg (µm) = (Rohwert : 32767) x Messbereich (µm)

Hinweis: Der Wegmesswert wird mit 15 Bit kodiert (0 ... 32767).

6.5.2 Betriebsart Dickenmessung

Umwandlung der Dicken- und Wegmesswerte in Mikrometer:

Dicke (µm) = (Rohwert : 32767) x Messbereich (µm) x Brechungsindex

Der Rohwert wird intern bereits mit dem Brechungsindex verrechnet.
Den Brechungsindex können Sie mit dem Befehl $SRI ändern.
Um die Ausgangsauflösung zu optimieren, ist die Skalierung der Abstandswerte in den Betriebsarten Weg- und Dickenmessung unterschiedlich. Der Grund dafür ist, dass der effektive Messbereich in der Betriebsart Dickenmessung mit dem Brechungsindex multipliziert wird.

Hinweis: Dickenwert und die Wegmesswerte werden mit 15 Bit kodiert (0 ... 32767).

Weg 1. Oberfläche (µm) = (Rohwert : 32767) x Messbereich (µm) x K
Weg 2. Oberfläche (µm) = (Rohwert : 32767) x Messbereich (µm) x K

Sie können den Skalierungsfaktor K ändern. Dies kann in seltenen Fällen erforderlich sein, wenn der Brechungsindex des Messobjekts größer als 2.0 ist.

i Werkseitig ist der Skalierungsfaktor K auf 2.0 eingestellt. Verwenden Sie den Befehl $CEE für die Änderung dieses Wertes. K ≤ 5.

6.5.3 Umwandlung der Schwerpunkt-Daten

Verwenden Sie nachfolgende Formel, um die Position des Schwerpunkts (Barycenter) in Pixel zu erhalten.

Schwerpunkt = (Rohwert : BS) + BO

BS = Skalierungsfaktor Werkseinstellung: BS = 32 ($CEB),
BO = Offset BO = 0 ($CRB)
Die Position des spektralen Maximums auf dem internen Bildsensor wird mit 15 Bit (0 ... 32767) kodiert.

6.5.4 Umwandlung der Status-Daten

Die Statusdaten sind eine Anhäufung unterschiedlicher Flags.

Bit	Flag	Bit	Flag
0	HLV Schwerpunkt 2. Oberfläche	8	Flag für die Triggerart
1	HLV Schwerpunkt 1. Oberfläche	9	Frei
2	HLV Abstand 2. Oberfläche	10	Datenüberlauf RS232/422
3	HLV Abstand 1. Oberfläche	11	
4	HLV Dicke	12	
5	HLV Intensität 2. Oberfläche	13	
6	HLV Intensität 1. Oberfläche	14	
7	Sättigung	15	0

Tab. 11: Statusinformationen im Controller

HLV = Hold last value

Das HLV-Bit wird gesetzt, wenn der zugehörige Wert nicht gemessen aber gehalten wird als letzter gültiger Wert in der Betriebsart “Hold last value“.

Sättigung zeigt die Signalsättigung an. Es wird gleichzeitig mit dem Wechsel der LED „Intensität“ auf rot gesetzt.

Das Triggerflag, Bit 8, wechselt zwischen “0“ und “1“, jedesmal wenn der Trigger “Start/stop“ zwischen Datenausgabe starten und Datenausgabe einstellen wechselt, oder der Trigger “Latch“ aktiv ist. Es hilft die Daten zu analysieren, die in den Puffern angesammelt wurden, da es die ersten empfangenen Daten nach einem Signal “Sync in“ anzeigt.

Das Flag “Datenüberlauf“ zeigt an, dass die Anzahl der zu übertragenden Daten auf der RS232/422-Schnittstelle die gegenwärtig eingestellte Übertragungsrate übersteigt. Dieses Bit wird gleichzeitig mit dem Wechsel der LED “Error“ auf orange gesetzt.

6.5.5 Umwandlung der Zähler-Daten

Die Zählerdaten sind ein Hilfsmittel für Software-Entwickler, die prüfen möchten, ob es in der Software zu Datenverlust gekommen ist. Der 15 Bit umfassende Zähler wird jedesmal gelöscht, wenn ein Triggerbefehl (TRE, TRN, TRS oder TRG) gesendet wurde.

6.5.6 Umwandlung der Schwerpunkt-Daten

Verwenden Sie nachfolgende Formel, um die Position des Schwerpunkts (Barycenter) in Pixel zu erhalten.

Schwerpunkt = (Rohwert : BS) + BO

Die Position des spektralen Maximums auf dem internen Bildsensor wird mit 15 Bit (0 ... 32767) kodiert.

6.6 Steuerbefehle

6.6.1 Sensorauswahl

Jeder Controller kann für maximal 20 verschiedene Sensortypen kalibriert werden. Vor dem Einsatz eines Sensors muss dem Controller unbedingt angegeben werden, welcher Sensortyp angeschlossen wurde.

	Select confocal sensor
Funktion	Festlegen/Anfragen des Sensortyps
Format	$SENn oder $SEN?
Parameter/ Rückgabewert	n = Kalibrierindex, entspricht einer zweistelligen Zahl zwischen 0 und 19
Beispiel	$SEN05

Der Befehl Scale liefert den gegenwärtig verwendeten Messbereich des Sensors.

	Scale
Funktion	Anfragen des derzeitig verwendeten Messbereichs
Format	$SCA
Rückgabewert	Messbereich in Mikrometer

6.6.2 Messrate

Die Messrate des Controllers kann durch zwei unterschiedliche Arten geändert werden.
- Auswahl einer voreingestellen Messrate aus einer Liste („Rate einstellen“)
- Definition einer spezifischen Messrate („freie Rate“ oder „Belichtungszeit“)

Die erste Methode, die einfach anzuwenden ist, empfehlen wir für die meisten Anwendungen. In dieser Methode wird die Messrate durch seinen Index definiert. Die zweite Methode bietet größere Flexibilität in der Wahl der Messrate: Die „freie“ Messrate kann in Hz oder die Belichtungszeit (Umkehrung der freien Messrate) in Mikrosekunden spezifiziert werden. Dieses Kapitel beschreibt die unterschiedlichen Methoden, gefolgt von einigen Beispielen.

Auswahl einer voreingestellen Messrate

Der Controller bietet 9 voreingestellte Messraten.

Index	Messrate (Hz)	Belichtungszeit (µm)
00	freie Rate	freie Belichtungszeit
01	500	2000
02	1000	1000
03	2000	500
04	5000	200
05	10000	100
06	15625	64
07	20000	50
08	25000	40
09	31250	32

Tab. 12: Messraten und zugehörige Belichtungszeit im Controller

	Preset rate
Funktion	Festlegen/Anfragen der Messrate
Format	$SRAn oder $SRA?
Parameter/ Rückgabewert	n = Messrate, entspricht einer zweistelligen Zahl zwischen 0 und 9

Hinweis: Mit dem Befehl “$SRA00“ wählen Sie eine freie Messrate. Die entsprechende Messrate setzen Sie durch den Befehl “Free rate“ oder “Exposure Time“, beschrieben in den nachfolgenden Kapiteln.

Freie Messrate

Mit dem Befehl “Freie Messrate“ setzen Sie die Controller-Messrate im Bereich von 500 Hz bis 31250 Hz oder fragen diese ab. Der Index für die freie Messrate ist 00. Der zuletzt gesetzte Wert für die freie Messrate bzw. die Belichtungszeit kann später durch den Befehl “$SRA00“ aktiviert werden.

Hinweis: Der Prozessor kann den spezifizierten Wert der freien Messrate etwas ändern, um mit seinen internen Begrenzungen übereinzustimmen (die Belichtungszeit in Mikrosekunden ist eine Ganzzahl) und liefert den realen Wert sofort nach dem Echo zurück.

	Free rate
Funktion	Festlegen/Anfragen des Wertes in Hz für die freie Messrate
Format	$FRQn oder $FRQ?
Parameter	n = Wert der freien Messrate in Hz, entspricht einer fünfstelligen Ganzzahl zwischen 500 und 31250
Rückgabewert	m (fünfstellige Ganzzahl zwischen 500 und 31250) ist der nächste Wert m>=n, damit die Belichtungszeit in Mikrosekunden eine Ganzzahl ergibt
Beispiel	Befehl: $FRQ1955 Antwort: SFRQ1955 1996 Erklärung: 1996 Hz entspricht einer ganzzahligen Belichtungszeit von 501 µs

Belichtungszeit
Mit dem Befehl “Exposure time“ setzen bzw. fragen Sie die Belichtungszeit des Controllers ab. Sie können die Belichtungszeit im Bereich von 00032 bis 2000 µs angeben.
Die freie Messrate berechnet sich aus 1 000 000 / Belichtungszeit (µs).

	Exposure time
Funktion	Festlegen/Anfragen der Belichtungszeit
Format	$TEXn oder $TEX?
Parameter	n = Wert der freien Belichtungszeit in Mikrosekungen, entspricht einer fünfstelligen Ganzzahl zwischen 00032 und 2000

Beispiele
In der folgenden Tabelle finden Sie eine Zusammenfassung der abwechselnd verwendeten Befehle “,Messrate“, “Freie Messrate“ und “Belichtungszeit“ inklusive Sensorabfragen, um die Auswirkung jedes einzelnen Befehls auf den Controller zu beobachten.

Befehl	Bemerkung	Sensorantwort
$SRA04	Setzt den Messratenindex auf 4 (5000 Hz).	$SRA04 <CR> ready
$SRA?	Fragt den gegenwärtigen Messratenindex ab.	$SRA?04 ready
$FRQ?	Fragt die Messrate in Hz ab.	$FRQ?05000 ready
$TEX?	Fragt die Belichtungszeit in µs ab. 200 = 1 000 000 / 5000	$TEX?0200 ready
$TEX00530	Setzt die Belichtungszeit auf 530 µs (setzt damit den Messratenindex auf 0).	$TEX00530 <CR> 00530 ready
$FRQ?	Fragt die Messrate in Hz ab. 1886 = 1 000 000 / 530	$FRQ?1886
$FRA?	Fragt den gegenwärtigen Messratenindex ab.	$FRA?00 ready
$FRQ1995	Setzt die freie Messrate auf 1995 Hz. Der Controller wählt den nächstmöglichen Wert von 1996 Hz.	$FRQ1995 <CR> 1996
$TEX?	Fragt die Belichtungszeit in µs ab. 501 1 000 000 / 1996	$TEX?00501
$TEX?00120	Versuch, die Belichtungszeit auf einen ungültigen Wert zu setzen.	$TEX?00120 not valid ready
$SRA01	Setzt den Messratenindex auf 1 (500 Hz). Damit ist der Betrieb in der freien Messrate beendet.	$SRA01 <CR > ready
$FRQ?	Fragt die Messrate in Hz ab.	$FRQ?00500 ready
$SRA00	Setzt den Messratenindex auf 0 (= freie Messrate).	$SRA00 <CR > ready
$FRQ?	Fragt die Messrate in Hz ab. 1996 Hz ist der zuletzt zugeordnete Wert der freien Messrate.	$FRQ?1996

Tab. 13: Befehlsfolge an den Controller und deren Wirkung

6.6.3 Weg- und Dickenmessung

Dieser Befehl weist dem Controller die Messart zu.

Index	Messart
0	Abstandsmesung
1	Dickenmessung

Mit dem Befehl “Mode“ setzen beziehungsweise fragen Sie den Messartindex des Controllers ab.

	Mode
Funktion	Festlegen/Anfragen der gegenwärtigen Messart
Format	$MODn oder $MOD?
Rückgabewert	n = Messartindex (0 oder 1)

6.6.4 Analogausgang

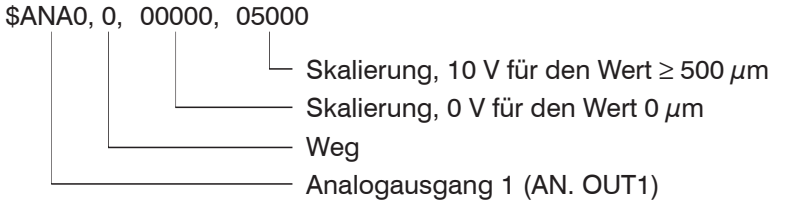
Zu einer vollständigen Konfiguration eines Analogausganges gehört:
- Datenart (Weg, Dicke, Intensität und so weiter) einem Ausgang zuweisen,
- Ausgang skalieren, invertieren.

	Analog Output	Ausgangskennlinie	
Funktion	Festlegen der Analogausgangseinstellungen		
Format	$ANAn,m,p,q	p < q	
Parameter	n = ID des zu konfigurierenden Ausgangs (0 oder 1) m = Datenart (0 … 7), siehe Kap. 6.4.1 p = Startwert für Vmin (0 V) q = Endwert für Vmax (10 V)	p > q	

Bedingung:

0 <= p < q <= Messbereich in µm	(Wegmessung)
0 <= p < q <= 2 * Messbereich in µm	(Dicke)
0 <= p < q <= 100	(Intensität)

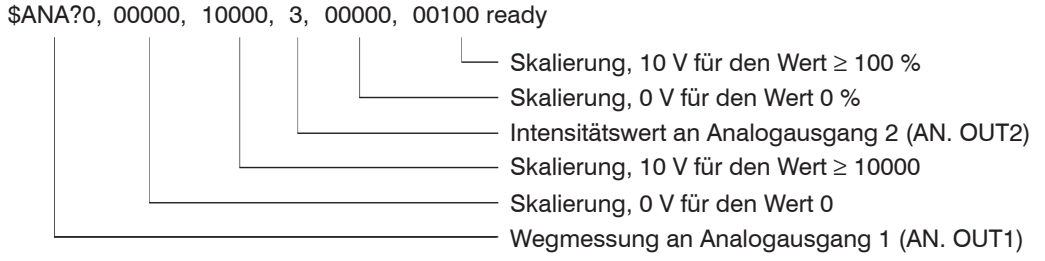
Beispiel in der Betriebsart Wegmessung:



i Analogausgang invertieren: p > q
Beispiel: $ANA0, 0, 05000, 00000
Der Befehl $AVR hat keine Auswirkung auf den Analogausgang.

	Analog Output
Funktion	Abfragen der Analogausgangseinstellungen
Format	$ANA?
Rückgabewert	$ANAm0,p0,q0,m1,p1,q1 m0 = Datenart, Analogausgang 1 (0 … 7) p0 = Startwert für Vmin (0 V) q0 = Endwert für Vmax (10 V) m1 = Datenart, Analogausgang 2 (0 … 7) p1 = Startwert für Vmin (0 V) q1 = Endwert für Vmax (10 V)

Beispiel in der Betriebsart Wegmessung:


$ANA?0, 00000, 10000, 3, 00000, 00100 ready
Skalierung, 10 V für den Wert ≥ 100 %
Skalierung, 0 V für den Wert 0 %
Intensitätswert an Analogausgang 2 (AN. OUT2)
Skalierung, 10 V für den Wert ≥ 10000
Skalierung, 0 V für den Wert 0
Wegmessung an Analogausgang 1 (AN. OUT1)

6.6.5 Signal invertieren

Dieser Befehl invertiert die Datenwerte und Analogsignale am Ausgang des Controllers, siehe auch Kap. 5.2.3.

	Reverse signal
Funktion	Ein-/ Ausschalten der Signalinvertierung
Format	$RVSb oder $RVS?
Parameter/ Rückgabewert	b = 0 (Standart) oder 1 (Invertiert)

In der Betriebsart “Dickenmessung“ hat dieser Befehl keine Auswirkung.

6.6.6 Dunkelsignal

Weitere Einzelheiten über die Funktion „Dunkelsignal“ erhalten sie in Kap. 5.3. Dieses Signal hängt von der Messrate ab. Es steigt mit der Belichtungszeit (Umkehrwert der Messrate).

Erfassen und Speichern des Dunkelsignals
Der Befehl “Dark“ erfasst und speichert nacheinander das Dunkelsignal aller Messraten im FLASH-Speicher des Controllers. Ist das Dunkelsignal zu groß für niedrige Messraten, gibt der Controller den passenden Index für die niedrigste Messrate zurück (siehe den Befehl „Set sampling rate“). Noch niedrigere Messraten werden gesperrt.

Anschließend kehrt der Controller zu der zuletzt verwendeten Messrate vor der Dunkelsignalerfassung zurück.

	Dark
Funktion	Erfassen und Speichern des Dunkelsignals
Format	$DRK
Rückgabewert	Index der niedrigstmöglichen Messrate

Abfrage der minimalen Messrate nach erfolgter Dunkelsignalerfassung
Der Befehl “Minimal rate“ liefert die kleinste mögliche Messrate nach der zuletzt durchgeführten Dunkelsignalerfassung.

	Minimal rate
Funktion	Liefert die kleinste mögliche Messrate
Format	$FRM
Rückgabewert	Niedrigstmögliche Messrate in Hz

6.6.7 Schnelles Dunkelsignal

Der Befehl “Fast Dark“ aktualisiert lediglich das Dunkelsignal für die gegenwärtige Messrate, ohne sie im EEPROM des Controllers zu speichern. Ist das gemessene Dunkelsignal zu groß, liefert der Controller die Zeichenfolge “not valid <CRLF>“ und das vorherige Dunkelsignal wird weiter verwendet.

Dieser Befehl hat zwei unterschiedliche Argumente:

- n Ist eine Ganzzahl, die die Anzahl der aufeinanderfolgender Dunkelsignalmessungen angibt, für die ein Mittelwert gebildet werden soll, um das Referenzdunkelsignal zu erhalten. Standardwert für n = 40.
- m Gibt den Einfluss der auf der Basis des neuen Referenzdunkelsignals durchgeführten Messungen entsprechend nachfolgender Formel an:

Neues Dunkelsignal = m x Referenzdunkelsignal + (100 - m) x altes Dunkelsignal

	Fast dark
Funktion	Erfassen des Dunkelsignals lediglich für die gegenwärtige Messrate ohne Speichern im Controller
Format	$FDK oder $FDKn,m
Parameter/ Rückgabewert	n = Mittelungsfaktor für Dunkelsignal, Bereich 1 … 99 m = Gewichtung, Bereich von 1 … 100 Liefert „Ready“ oder „Nicht gültig“

Wenn Sie nach Ausführung des Befehls “Fast Dark“ die Messrate oder die Lichtquellenhelligkeit ändern, müssen sie die Dunkelsignalmessung wiederholen.

6.6.8 Brechungsindex

Der Brechungsindex ist eine Materialkonstante und wird für die Dickenmessung benötigt.

Konstanten Brechungsindex setzen

	Refractive index
Funktion	Festlegen/Anfragen des Messobjektbrechungsindex
Format	$SRIx oder $SRI?
Rückgabewert	x = Brechungsindex, bis zu vier Dezimalstellen
Beispiel	$SRI1.51420

Brechungsindexdatei setzen

Eine Brechungsindexdatei verwenden Sie, wenn der Brechungsindex innerhalb des Messbereichs variiert. Der Befehl “Refractive index file“ lädt eine zuvor gespeicherte Brechungsindexdatei.

i In Brechungsindexdateien können Sie die Änderung des Brechungsindex eines bekanten Messobjekts innerhalb des Messbereichs angeben. Der Dateiname darf bis zu 8 Zeichen lang sein und besitzt die Endung “.ind.“ Gebildet werden sie aus einem Messobjekt mit bekannter Dicke.

	Refractive index file
Funktion	Lädt eine Brechungsindexdatei
Format	$INFn
Parameter	n = 0; konstanter Brechungsindex (durch letzten SRI-Befehl gesetzt) n = 1…8: ID einer bestehenden Brechungsindexdatei
Rückgabewert	s: Materialname x1,x2 ,x3: Minimaler, maximaler und mittlerer Brechungsindex in der Datei Befehl: $INF3 oder $INF Antwort: $INF3, „BK7“, 1.5090, 1.5253, 1.5133
Beispiel	Befehl: $INFO Antwort: $INFO, „CONSTIND“, 1.520, 1.520

Hinweis: Ist die Datei-ID = 0, wird als Materialname “CONSTIND“ gewählt.

6.6.9 Mittelwertbildung

Gemittelte Messergebnisse verbessern das Signal/Rauschverhältnis. Eine Mittelwertrate größer 1 führt zu einer Ausgabefrequenz gemäß nachfolgender Formel:

$f_T = f_S / M$	f_T = Ausgabefrequenz f_S = Messrate M = Mittelungsrate

Demzufolge übermittelt der Sensor bei einer Messrate von 20.000 Hz und einer Mittelwertrate von 10 insgesamt 2.000 Messwerte pro Sekunde. Werden Messwerte ohne Mittelwertbildung gewünscht, wird die Mittelwertrate 1 eingegeben.

Die Mittelwertbildung ist besonders bei anspruchsvollen Messobjekten nützlich, wenn selbst bei einer niedrigen Messrate nur ein kleines Signal erzielt wird. Gelegentlich wird die Mittelung auch zur Reduzierung der vom Sensor übermittelten Anzahl an Messwerten eingesetzt. Der Befehl $AVR hat keine Auswirkung auf den Analogausgang.

i Verwenden Sie keine hohe Mittelwertrate bei bewegten Messobjekten. Dies führt zu einer Reduzierung der Ortsauflösung und möglicherweise zu falschen Messergebnissen.

	Data averaging
Funktion	Festlegen/Anfragen der Mittelwertrate
Format	$AVRn oder $AVR?
Parameter/ Rückgabewert	n = Mittelwertrate, Bereich 1 … 9999

i Der Controller errechnet arithmetische Mittelwerte.

6.6.10 Spektralmittelwertbildung

Alternativ zur Mittelwertbildung (siehe Kap. 6.6.9) wird bei dieser Funktion der Mittelwert aus einer Reihe aufeinanderfolgender optischer Signale gebildet und nicht aus den berechneten Werten.

	Spectral averaging
Funktion	Festlegen/Anfragen der Spektralmittelwertbildung
Format	$AVSn oder $AVS?
Parameter/ Rückgabewert	n = Mittelwertrate, Bereich 1 … 9999

6.6.11 Messwert halten

Der Befehl “Hold last value mode“ ist für Messobjekte mit einer großen Anzahl nicht messbarer Punkte nützlich, wegen einer großen lokalen Kante oder einem niedrigen Reflexionsvermögen. Für Messungen an solchen Messobjekten kann es zweckmäßig sein, dass der Wert, der für jene Positionen geliefert wird, nicht Null ist. Stattdessen sendet der Controller den letzten gültigen Messwert.

Hinweis: Kann ein Messwert aus den gegebenen Daten nicht berechnet werden und der letzte gemessene Wert wird gesendet, wird das entsprechende Flag “Hold last value“ in den Status-Daten gesetzt.

	Hold last value
Funktion	Festlegen/Anfragen der maximalen Anzahl an Messpunkten
Format	$HLVn oder $HLV?
Parameter/ Rückgabewert	n = maximale Anzahl zwischen zwei auszugebenden Messwerten, Bereich von 1 … 999

6.6.12 Triggerfunktionen

Start-Triggerung

Der Befehl “Start trigger“ setzt den Controller für ein Trigger-Signal am Eingang “SYNC IN“ (an der Vorderseite des Controllers, siehe Kap. 4.5.5) in Bereitschaft. Der Controller nimmt die Messung wieder auf, sobald eine ansteigende oder abfallende Signalfront [2] am Eingang “SYNC IN“ registriert wird, mit einer Verzögerung von einer Belichtungszeit (Belichtungszeit [µs] = 1 000 000 / Messrate) und einer Wiederholzeit von 1,2 µs.

Hinweis: Die Ausgabe des Signals “Sync out“ startet und endet zusammen mit der Datenausgabe.

	Start trigger
Funktion	Setzt den Controller für den Empfang eines externen Trigger-Signals in Bereitschaft. Nach Empfang des Trigger-Signals beginnt der Controller mit der eingestellten Messrate zu messen.
Format	$TRG

Wurde der Befehl “Start Trigger“ gesendet, ist es möglich die Trigger-Funktion aufzuheben, also in den gängigen Messbetrieb zu wechseln. Wenden Sie dazu den Befehl “Continue“ an oder senden Sie das Zeichen “$“ an den Controller.

	Continue
Funktion	Hebt die „Start-Trigger“-Funktion auf und kehrt in den normalen Betrieb zurück.
Format	$CTN
Parameter/ Rückgabewert	Nein

Pegel-Triggerung

Der Befehl “Start/stop on state“ setzt den Controller für die Pegel-Triggerung am Eingang “SYNC IN“ in Bereitschaft. Es werden so lange Messwerte ausgegeben, wie die Triggerbedingung (Pegel high oder low) erfüllt ist. Mit dem Befehl “TRF“ legen Sie die Pegelbedingung fest.

	Start/stop on state
Funktion	Ein/Auschalten der Datenausgabe durch Pegelsteuerung am Eingang „Sync In“
Format	$TRNb
Parameter/ Rückgabewert	b = 1/0
Triggerfrequenz	siehe Kapitel 5.8.8

Hinweis: Mit jedem Wechsel des Signals “Sync In“ vom passiven in den aktiven Zustand, wird das Flag für die Triggerart in den Status-Daten gesetzt.

2 Einstellung durch den Befehl “Select active edge“

Flanken-Triggerung
Der Befehl “Start/stop on edge“ setzt den Controller für die Flanken-Triggerung am Eingang “SYNC IN“ in Bereitschaft. Die Messwertausgabe wird durch aufeinanderfolgende Flanken ein- und ausgeschaltet. Mit dem Befehl “TRF“ legen Sie die Flankenbedingung fest.

	Start/stop on edge
Funktion	Ein/Auschalten der Datenausgabe durch Flankensteuerung am Eingang „Sync In“
Format	$TRSb
Parameter/ Rückgabewert	b = 1/0
Triggerfrequenz	siehe Kapitel 5.8.8

Hinweis: Auf jedes zweite “Sync In“-Signal wechselt das Flag für die Triggerart in den Status-Daten den Zustand.

Latch-Triggerung
Der Befehl “Latch trigger“ ähnelt dem Befehl “Start trigger“ mit folgender Abweichung: Der Controller gibt eine vorher festgelegte Anzahl an Frames aus, sobald eine Flanke am Eingang “SYNC IN“ registriert wird. Anschließend wird die Datenausgabe unverzüglich eingestellt. Jedes nachfolgende “SYNC IN“-Signal startet die Ausgabe einer weiteren Gruppe an Frames. Die Latch-Triggerung können Sie mit dem Befehl “Restart acquisition“ beenden.

	Latch trigger
Funktion	Ein/Auschalten der begrenzten Datenausgabe und Angabe der Gruppengröße
Format	$TREn (Betriebsart einschalten) oder $TRE0 (Betriebsart ausschalten)
Parameter/ Rückgabewert	n = Anzahl der zu übertragenden Frames, Bereich: 1 … 9999
Triggerfrequenz	siehe Kapitel 5.8.8

Hinweis: Mit jedem Signal “Sync In“ wechselt das Flag für die Triggerart in den Status-Daten.

Flanken- oder Pegeltriggerung
Die Messwertausgabe im Triggerbetrieb kann sowohl über die Flanke als auch über den Pegel des Triggersignals gesteuert werden. Als Triggerbedingungen sind implementiert:
- Steigende Flanke (Flanke positiv),
- Fallende Flanke (Flanke negativ),
- Pegel high (Pegel H) oder
- Pegel low (Pegel L).

	Active edge/active state
Funktion	Bestimmt die Flankeneigenschaft für die Befehle TRG, TRE, TRS Bestimmt die Pegeleigenschaft für den Befehl TRN
Format	$TRFb
Parameter/ Rückgabewert	b = 0 für steigende Flanke oder High-Pegel b = 1 für fallende Flanke oder Low-Pegel

6.6.13 Abruf Controllerkonfiguration

Der Befehl “Get Setup“ fragt den Controller auf die aktuelle Konfiguration ab.

	Get setup
Funktion	Fragt die aktuellen Controllereinstellungen ab
Format	$STS
Rückgabewert	Zeichenkette

Zum Beispiel Konfiguration in der Betriebsart “Wegmessung“, siehe Kap. 6.6.3:

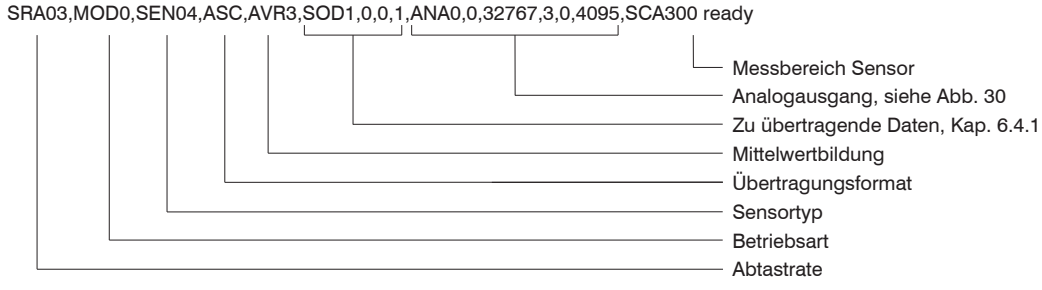


Abb. 31: Entschlüsselung der Controller-Konfiguration

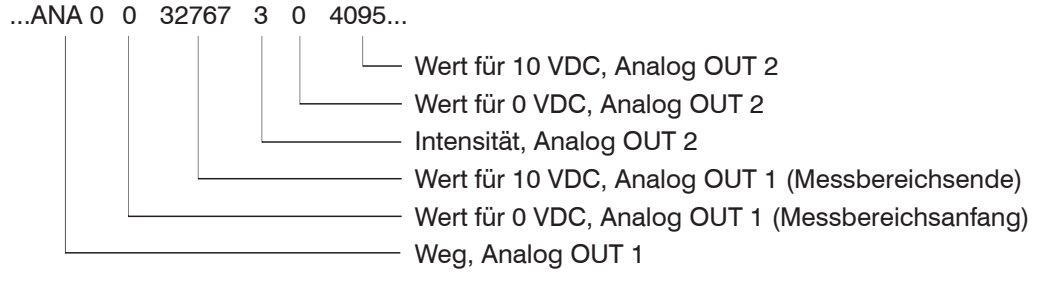

...ANA 0 0 32767 3 0 4095...
Wert für 10 VDC, Analog OUT 2
Wert für 0 VDC, Analog OUT 2
Intensität, Analog OUT 2
Wert für 10 VDC, Analog OUT 1 (Messbereichsende)
Wert für 0 VDC, Analog OUT 1 (Messbereichsanfang)
Weg, Analog OUT 1

Abb. 32: Entschlüsselung der Analogausgangs-Konfiguration

6.6.14 Erfassungsschwelle

Dieser Befehl dient zur Einstellung der Erfassungsschwelle für das optische Signal. Dieser Schwellwert wird ausgedrückt als der Mindestintensitätswert, unter dem kein Messsignal mehr erfasst werden kann.
Werkseitig ist dieser Grenzwert auf 0,012 eingestellt. Bei einer bekannt niedrigen Intensität kann der Grenzwert gesenkt werden, um auch sehr kleine Signale erfassen zu können. Erhöhen Sie bei eindeutigen Falschmessungen, zum Beispiel Messung, obwohl sich kein Messobjekt im Messbereich befindet, den Grenzwert.

Grenzwert für Wegmessung

	Detection threshold in distance measuring mode
Funktion	Festlegen/Anfragen des Grenzwertes
Format	$MNPx oder $MNP?
Parameter/ Rückgabewert	x im Bereich zwischen 0 und 1, zum Beispiel $MNP0.01

Grenzwerte für Dickenmessung

Für die Dickenmessung gibt es zwei Grenzwerte:
- Grenzwert für starke Signalspitzen und
- Grenzwert für schwache Signalspitzen.

Werkseitig sind beide Grenzwerte auf den selben Grenzwert eingestellt. Jedoch kann es, abhängig von den Messobjekteigenschaften, notwendig sein, zwei eindeutige Grenzwerte zu setzen.

i Grenzwert SPP bezieht sich auf die stärkste Signalspitze, nicht nur auf die nahe zum Sensor gelegene Signalspitze. Grenzwert SDP bezieht sich auf die zweite Signalspitze. Der Wert für SDP sollte kleiner sein als der für SPP.

Hinweis: Bei der Dickenmessung liegt der optimale Grenzwert für starke Signalspitzen meistens 50 % höher als für die Wegmessung.

	Detection threshold strong peak, thickness
Funktion	Festlegen/Anfragen des Grenzwertes für starke Signalspitze
Format	$SPPx oder $SPP?
Parameter/ Rückgabewert	x im Bereich zwischen 0 und 1, zum Beispiel $SPP0.05

	Detection threshold weak peak, thickness
Funktion	Festlegen/Anfragen des Grenzwertes für schwache Signalspitze
Format	$SDPx oder $SDP?
Parameter/ Rückgabewert	x im Bereich zwischen 0 und 1, zum Beispiel $SDP0.03

6.6.15 Automatische Dunkelsignalmessung

In dieser Betriebsart misst der Controller automatisch das schnelle Dunkelsignal, siehe Kap. 6.6.7, und passt es kontinuierlich an. Dazu analysiert der Controller das interne Bildsignal indem er den Signal-Bereich bestimmt und so das schnelle Dunkelsignal in den übrigen Bereichen anpasst.

Diese Betriebsart gleicht temperaturbedingte Schwankungen des Dunkelsignals aus. Voraussetzung ist eine konstante Messrate und Lichtquellenhelligkeit.

Empfohlener Ablauf:

- Lassen Sie den Controller und die externe Lichtquelle mindestens 15 min. ein laufen.
- Messen Sie das Dunkelsignal.
- Aktivieren Sie die automatische Dunkelsignalmessung.

	Activation of auto-adaptive dark
Funktion	Ein/Ausschalten der automatischen Dunkelsignalmessung
Format	$ADKb oder $ADK?
Parameter/ Rückgabewert	b = 1 oder 0

Hinweis: Bestimmen Sie nach jeder Änderung der Lichtquellenhelligkeit das Dunkelsignal. Verwenden Sie dazu das “Dark“-Kommando oder die Taste “Dark“ am Controller, solange diese Betriebsart unerwartete Wechsel nicht ausgleichen kann.

6.6.16 Erstes Signalmaximum

Relatives Maximum ist eine Besonderheit in der Wegmessung und ist hilfreich für Messobjekte, deren Oberfläche partiell mit einer transparenten Beschichtung bedeckt ist. Bei solchen Messobjekten kann die unterhalb dieser Beschichtung liegende Oberfläche eine höhere Reflexion aufweisen, als die eigentliche Beschichtung. Damit der Controller dieses relative Signalmaximum erkennt (voreingestellt ist das größte Signal) ist die Betriebsart “Relatives Maximum“ zu aktivieren.

	First peak mode
Funktion	Ein/Ausschalten des relativen Maximums
Format	$MSPb oder $MSP?
Parameter/ Rückgabewert	b = 0: Maximum b = 1: Relatives Maximum (Erstes Maximum)

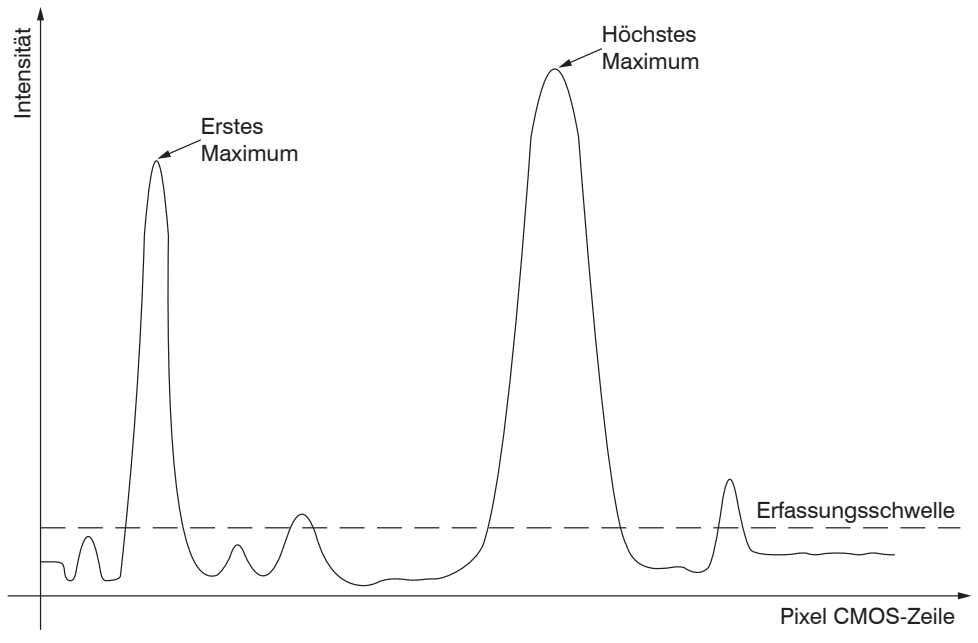


Abb. 33: Erstes Signalmaximum

Verhalten des Controllers in der Betriebsart “Wegmessung“

Anzahl der relativen Maxima überhalb der Erkennungs-schwelle	Relatives Signalmaximum aktiviert	Relatives Signalmaximum deaktiviert
0	Abstand = 0.0 Intensität = 0.0	Abstand = 0.0 Intensität = 0.0
1	Abstand und Intensität gehören zu dem einzig erkannten relativen Maxi-mum	Abstand und Intensität gehören zu dem einzig erkannten relativen Maximum
2	Abstand und Intensität gehören zu dem ersten erkannten relativen Maximum (Maximum wurde von der am nächsten zum Sensor gelegenen Oberfläche verursacht)	Abstand und Intensität gehören zu dem größten erkannten relativen Maximum
Mehr als 2	Der Controller verwendet das erste Maximum oberhalb der Erkennungs-schwelle.	Abstand und Intensität gehören zu dem größten erkannten relativen Maximum

Verhalten des Controllers in der Betriebsart “Dickenmessung“

Anzahl der relativen Maxima überhalb der Erkennungs-schwelle	Verhalten des Controllers [1]
0	Abstand 1 = 0.0, Abstand 2 = 0.0 Intensität 1 = 0.0, Intensität 2 = 0.0
1	Abstand 1 und Intensität 1 gehören zu dem einzig erkannten relativen Maximum. Abstand 2 und Intensität 2 sind, abhängig vom Parameter RSP, null oder identisch mit Abstand 1 oder Intensität 1.
2	Abstand 1 und Intensität 1 gehören zu dem näher gelegenen relativen Maximum. Abstand 2 und Intensität 2 gehören zu dem ferner gelegenen relativen Maximum.
Mehr als 2	Der Controller bestimmt die zwei größten relativen Maxima. Abstand 1 und Intensität 1 gehören zu dem näher gelegenen der beiden relativen Maximum. Abstand 2 und Intensität 2 gehören zu dem ferner gelegenen der beiden relativen Maximum.

1) In der Betriebsart “Dickenmessung“ hat das “relative Maximum“ keine Auswirkung.

Erkennungsschwelle
Bei der Erkennungsschwelle handelt es sich um die minimale Intensität einer Spitze, um als ein relatives Maximum erkannt zu werden. Kleinere Spitzen werden als Störung angesehen.
Beachten Sie, dass im Controller drei verschiedene Erkennungsschwellen integriert sind.

Erkennungsschwelle für	Befehl
Betriebsart "Abstand"	MNPx
Betriebsart "Dickenmessung": 1. Spitze	SPPx
Betriebsart "Dickenmessung": 2. Spitze	SDPx

6.6.17 Automatische Erkennung einer Fehlfunktion

Der Controller besitzt eine integrierte Funktion zur Erkennung von möglichen Fehlfunktionen. Wird eine Fehlfunktion erkannt, wird der Controller neu gestartet. Diese Funktion ist nützlich für den Fall, dass der Controller durch einen unvollständigen Befehl oder eine andere Ursache blockiert ist.

Erkennung einer Fehlfunktion aktivieren

	Activate watchdog
Funktion	Ein/Ausschalten der Fehlfunktionerkennung
Format	$WDEb oder $WDE?
Parameter	b = 1 oder 0

Länge der Erkennungsphase

	Watchdog period
Funktion	Festlegen/Anfragen der Zeitdauer für die Überwachungsfunktion
Format	$WDPn oder $WDP?
Parameter	n = Zeitdauer in Sekunden

6.6.18 Controllerkonfiguration speichern

Der Befehl “Save Setup“ speichert die aktuellen Controller-Einstellungen auf einen nichtflüchtigen Speicher. Erfolgt dies nicht, gehen die Änderungen beim nächsten Herunterfahren des Controllers verloren.

	Save setup
Funktion	Speichert die aktuellen Controller-Einstellungen im EEPROM
Format	$SSU
Rückgabewert	Nein

i Verwenden Sie den Befehl “Save Setup“, um zu verhindern, dass die Controller-Einstellungen verlorengehen, wenn das Messsystem heruntergefahren wird.

6.6.19 Seriennummer, Softwareversion

	Version
Funktion	Fragt die Firmware des Controllers ab
Format	$VER
Rückgabewert	Seriennummer, Softwareversion

6.6.20 Reset Encoderzähler

Encoderzählwerte sind relativ, damit ist es notwendig die Zähler nach jedem Aus- und Einschalten zurück zu setzen. Dies erfolgt durch Senden des Befehls “Reset Encoder Counter”. Der Ausgabewert des jeweiligen Zählers wird auf den Rücksetzwert gesetzt. Rücksetzwert = $2^{30} / 2 = 536\,870\,912$.

	Reset Encoder Counter
Funktion	Setzt den Encoderzähler auf einen definierten Wert
Format	$RCDb1,b2,b3
Parameter	bi = 1, wenn Zähler auf einen definierten Wert gesetzt werden soll
Beispiel	$RCD0,1,0: Setzt den Zählwert von Encoder 2 in der gegenwärtigen Position auf 536 870 912

Hinweis: Der Rücksetzwert ist absichtlich nicht 0, da der Zählwert ein positiver Ganzzahlwert (Integer) sein muss.

6.6.21 Nullpunktsetzung

Sie können die Analogausgänge auf Null setzen, indem Sie die Taste “Zero“ am Controller drücken oder den Befehl “SOF“ senden. Der Befehl setzt die gegenwärtige Ausgangsspannung beider Analogausgänge auf 0 V. Die maximale Ausgangsspannung von 10 V, siehe Befehl “ANA“ bleibt davon unberührt.

	Set analog output zero
Funktion	Analogausgang auf 0 V setzen/rücksetzen
Format	$SOFn
Parameter	n = 0: Setzt aktuellen Ausgangswert auf 0 V n = 1: Aufhebung der Nullpunktsetzung“
Beispiel	$SOFn (Rücksetzen auf ursprüngliche Ausgangswerte)
Abfrage	Nicht verfügbar

6.6.22 Auswahl Lichtquelle

Der Befehl wählt zwischen externer und interner Lichtquelle aus.

	Set light source
Funktion	Auswahl der Lichtquelle
Format	$CCLn oder $CCL?
Parameter	n = 0: Interne Lichtquelle verwenden n = 1: Externe Lichtquelle verwenden

6.6.23 Fehlendes Signal Dickenmessung

Wird in der Betriebsart Dickenmessung nur ein Signal erkannt, kann dies folgende Ursache haben:

- Eine Oberfläche des Messobjekts befindet sich außerhalb des Messbereichs oder
- Ein Signal liegt unter der Erfassungsschwelle, siehe auch Kap. 6.6.14.

Der Befehl “Missing signal“ bestimmt das Verhalten des Controllers in einem solchen Fall.

Option 1 (Standardeinstellung)	Resultat
1. Oberfläche Weg 1, Intensität 1 und Schwerpunkt 1 aus gemessenem Signal	Dicke = 0
2. Oberfläche Weg 2 = Weg 1, Intensität 2 = Intensität 1 und Schwerpunkt 2 = Schwerpunkt 1	

Option 2	Resultat
1. Oberfläche Weg 1, Intensität 1 und Schwerpunkt 1 aus gemessenem Signal	Dicke = 0
2. Oberfläche Weg 2 = 0, Intensität 2 = 0 und Schwerpunkt 2 = 0	

	Missing signal
Funktion	Verhalten des Controllers, wenn zweites Signal für die Dickenmessung fehlt.
Format	$RSPb oder $RSP?
Parameter/ Rückgabewert	b = 0: Option 2 b = 1: Option 1

6.7 Befehlsübersicht

Befehl	Parameter	Beschreibung
Grundeinstellungen		
AVS	Mittelwertrate, Bereich von 1 … 9999	Festlegen/Anfragen der Spektralmittelwertbildung
AVR	Mittelwertrate, Bereich von 1 … 9999	Festlegen/Anfragen der Mittelwertrate
MOD	Betriebsart, 0 oder 1	Festlegen/Anfragen der gegenwärtigen Messart
SEN	Sensor-ID, Bereich von 1 … 19	Festlegen/Anfragen des Sensortyps
SCA	Messbereich in µm	Anfragen des derzeitig verwendeten Messbereichs
MNP	0.0 … 1.0	Festlegen/Anfragen des Grenzwertes, Wegmessung
MSP	b = 1 oder 0	Ein/Ausschalten des relativen Maximums
SPP	0.0…1.1	Festlegen/Anfragen des Grenzwertes für starke Signalspitze, Dickenmessung
SDP	0.0 … 1.2	Festlegen/Anfragen des Grenzwertes für schwache Signalspitze, Dickenmessung
SRA	Messraten-ID [1]	Festlegen/Anfragen der Messrate
FRQ	Messrate in Hz [1]	Festlegen/Anfragen des Wertes in Hz für die freie Messrate
TEX	Belichtungszeit in µs [1]	Festlegen/Anfragen der Belichtungszeit
FRM	Niedrigstmögliche Messrate in Hz	Liefert die kleinste mögliche Messrate
STS	Liste der Parameterwerte	Fragt die aktuellen Controllereinstellungen ab
HLV	Anzahl zu haltender Messpunkte, Bereich von 0 … 999	Letzten Messwert halten
MSP	0 oder 1	Ein/Ausschalten des relativen Maximums
RVS	0 oder 1	Ein/Ausschalten
RSP	0 oder 1	Verhalten des Controllers, wenn zweites Signal für die Dickenmessung fehlt
SRI	x = Brechungsindex, bis zu vier Dezimalstellen	Festlegen/Anfragen des Messobjektbrechungsindex
1) Parameter begrenzt von der kleinst möglichen Messrate		

INF	s = Dateiname (bis zu 8 Zeichen, begrenzt mit „“, ohne die Endung „.ind“	Lädt eine Brechungsindexdatei
CCL	0 oder 1	Auswahl der Lichtquelle
Grundfunktionen		
DRK	Nein	Erfassen und Speichern des Dunkelsignals
FDKn,m	n = Mittelungsfaktor, Bereich von 1 … 99 m = Gewichtung, Bereich von 1 … 100	Erfassen des Dunkelsignals lediglich für die gegenwärtige Messrate ohne Speichern im Controller
SSU	Nein	Speicher die aktuellen Controller-Einstellungen im EEPROM
VER	Nein	Fragt die Seriennummer und Softwareversion des Controllers ab
RCD	b1, b2, b3 bi = 1: Reset Encoderzähler i	Setzt den Encoderzähler auf definierten Wert.
Digital I/O		
SOD	$SODn0,n1,n2,n3,n4,n5,n6,n7,n8,n9, n10, n11,n12,n13,n14,n15 oder $SOD?	Festlegen/Anfragen der für die Übertragung bestimmten Daten, Übertragungskanal
ASC	Nein	Datenübertragung auf ASCII-Format einstellen
BIN	Nein	Datenübertragung auf Binär-Format einstellen
BAU	9600…460800	Festlegen/Anfragen der Übertragungsrate
Analog I/O		
ANA	n = Ausgangs-ID (0 oder 1) m = Datenart (0 ... 7), siehe Kap. 6.4.1 p = Startwert für Vmin (0 V) q = Endwert für Vmax (10 V)	Festlegen der Analogausgangseinstellungen
SOF	n = 0: Ausgangswert auf 0 V setzen n = 1: Nullpunktsetzung aufheben	Nullpunktsetzung für Anlalogausgänge
Triggerung		
TRG	Nein	Setzt den Controller für den Empfang eines externen Trigger-Signals in Bereitschaft. Nach Empfang des Trigger-Signals beginnt der Controller mit der eingestellten Messrate zu messen.
TRE	n = Anzahl der zu übertragenden Frames, Bereich: 1 … 99	Ein/Ausschalten der begrenzten Datenausgabe und Angabe der Gruppengröße
TRS	b = 1 oder 0	Ein/Ausschalten der Datenausgabe durch Flankensteuerung am Eingang „Sync In“
TRN	b = 1 oder 0	Ein/Ausschalten der Datenausgabe durch Pegelsteuerung am Eingang „Sync In“
CTN	Nein	Hebt die Trigger-Funktion auf und kehrt in den normalen Betrieb zurück.
TRF	b = 0 für steigende Flanke oder High-Pegel b = 1 für fallende Flanke oder Low-Pegel	Flankeneigenschaft für die Befehle TRG, TRE, TRS Pegeleigenschaft für den Befehl TRN
Erkennung von Fehlfunktionen		
WDE	b = 1 oder 0	Ein/Ausschalten der Fehlfunktionerkennung
Automatikfunktionen		
ADK	b = 1 oder 0	Ein/Ausschalten der automatischen Dunkelsignalmessung

6.8 HyperTerminal

Mit dem Standardprogramm HyperTerminal® können Sie Daten über die serielle Schnittstelle RS232 empfangen und den Controller konfigurieren. Sie benötigen dazu lediglich eine freie serielle Schnittstelle (zum Beispiel COM1) an Ihrem PC und die in den vorhergehenden Kapiteln beschriebenen Steuerkommandos.

Vorbereitung Messbetrieb

- Verbinden Sie den Controller mit einem freien seriellen Port am PC.
- Starten sie das Programm HyperTerminal® (Menü Start > Programme > Zubehör >Kommunikation > HyperTerminal).
- Geben Sie einen Namen für die Verbindung an und klicken Sie auf „OK“.

Abb. 34: Verbindungsaufbau mit dem Programm HyperTerminal®

- Wählen Sie die Schnittstelle aus und klicken Sie auf “OK“

Abb. 35: Definition der seriellen Schnittstelle

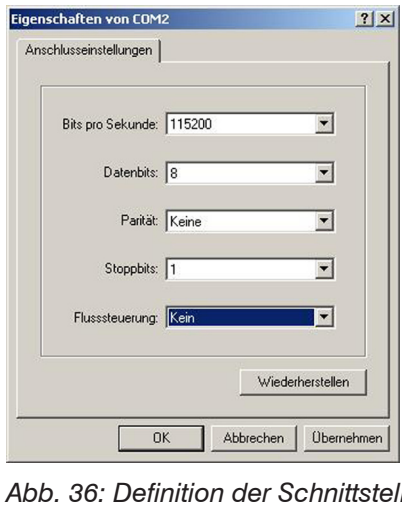


Abb. 36: Definition der Schnittstellenparameter

- Geben Sie nachfolgende Schnittstellenparameter an:

  Bitrate: 115.200 Baud,

  Datenformat: 8 Datenbits,

  Parität: keine,

  Start/Stopbit: 1,

  Flusssteuerung: Nein

- Klicken Sie abschließend auf “OK“.

Sobald die Verbindung aufgebaut ist, werden die Daten vom Controller fortlaufend angezeigt. Mit Eingabe des Zeichens “$“ wird die Datenausgabe unterbrochen und der Controller wartet auf weitere Anweisungen.

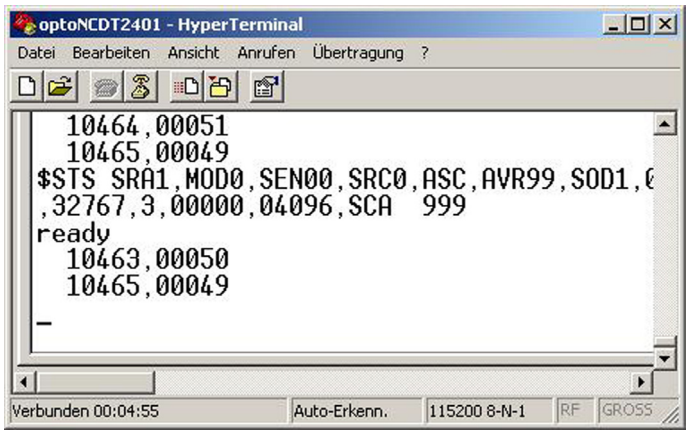


Abb. 37: Benutzeroberfläche im Terminal-Betrieb

- Wählen Sie im Terminal-Betrieb gegebenenfalls eine niedrigere Messrate und erhöhen Sie die Mittelungsrate, um die Datenübertragungsrate zu reduzieren.

7. IFD2401 Tool

Die Software
- übermittelt Parameter an den Controller und
- überträgt auf einfache Weise Messergebnisse und stellt diese graphisch dar.

Sie können alle Daten über die USB-Schnittstelle übertragen und bei Bedarf auch speichern.

7.1 Vorbereitung Messbetrieb

Systemvoraussetzungen

Wir empfehlen folgende Systemvoraussetzungen für die Demosoftware:
- Windows 2000 oder Windows XP
- Pentium III, > 300 MHz
- 256 MB RAM
- USB 2.0 Port

Notwendige Kabel und Programmroutinen
- USB-Kabel
- Treiber für USB-Port
- Software

i Den Treiber für den USBPort und die Software sind auf der mitgelieferten CD enthalten.

7.2 Installation

Um die Software in Betrieb zu nehmen, ist folgende Vorgehensweise notwendig:

➨ Schalten Sie den Controller ein.

➨ Legen Sie die mitgelieferte CD mit den Programmroutinen in das CD-ROM-Laufwerk Ihres PC‘s ein.

➨ Verbinden Sie den Controller mit einem freien USB 2.0 Port am PC.

Der Windows-Assistent für das Suchen neuer Hardware wird gestartet.

Assistent für das Suchen neuer Hardware
Willkommen
Mit diesem Assistenten können Sie Software für die folgende Hardwarekomponente installieren:
CCS
Falls die Hardwarekomponente mit einer CD oder Diskette geliefert wurde, legen Sie diese jetzt ein.
Wie möchten Sie vorgehen?
Software automatisch installieren (empfohlen)
Software von einer Liste oder bestimmten Quelle installieren (für fortgeschrittene Benutzer)
Klicken Sie auf "Weiter", um den Vorgang fortzusetzen.
< Zurück
Weiter >
Abbrechen

Abb. 38: Das Betriebssystem meldet den Anschluss einer neuen Hardware

➨ Wählen Sie für die Installation “Software automatisch installieren (empfohlen)“ und klicken Sie auf “Weiter“.

Die nachfolgende Abbildung wird während des Kopiervorgangs eingeblendet. Eine Reaktion durch den Benutzer ist nicht erforderlich.

Assistent für das Suchen neuer Hardware
Die Software wird installiert...
IFD24x1
Der Systemwiederherstellungspunkt wird gesetzt und alte Dateien werden gesichert, falls das System zukünftig wiederhergestellt werden muss.
< Zurück
Weiter >
Abbrechen

Abb. 39: Das Betriebssystem kopiert die Dateien von der CD

Assistent für das Suchen neuer Hardware
Fertigstellen des Assistenten
Die Software für die folgende Hardware wurde installiert:
IFD24x1
Klicken Sie auf "Fertig stellen", um den Vorgang abzuschließen.
< Zurück
Fertig stellen
Abbrechen

Abb. 40: Das Betriebssystem meldet das erfolgreiche Installieren des USB-Treibers.

➡ Klicken Sie auf “Fertig stellen“, um den Vorgang abzuschließen.
Der USB-Treiber wurde erfolgreich installiert.
➡ Starten Sie die Datei “IFD2401_Tool_Setup_Vx.x.exe“ von der CD-ROM.
Damit wird die Software auf Ihrem PC installiert.
➡ Starten Sie die Software. Menü Start > Programme > IFD2401_Tool_Vx.x.

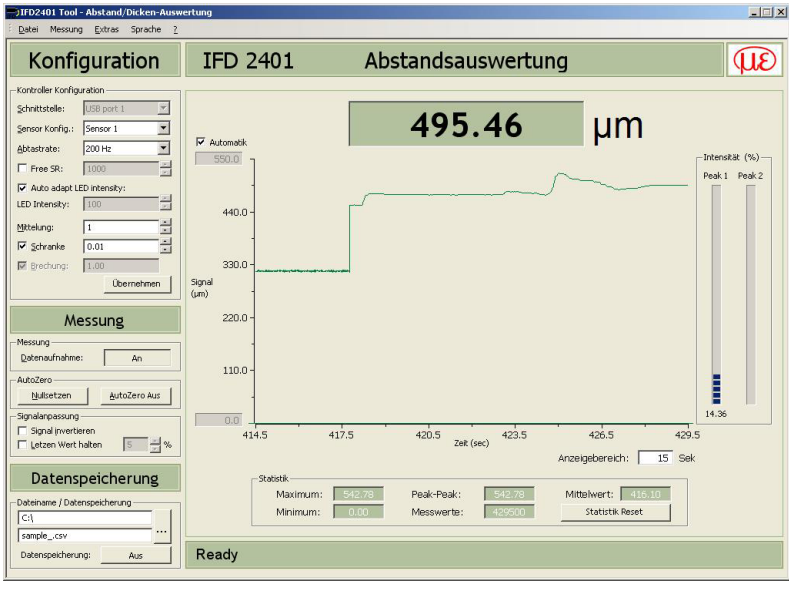
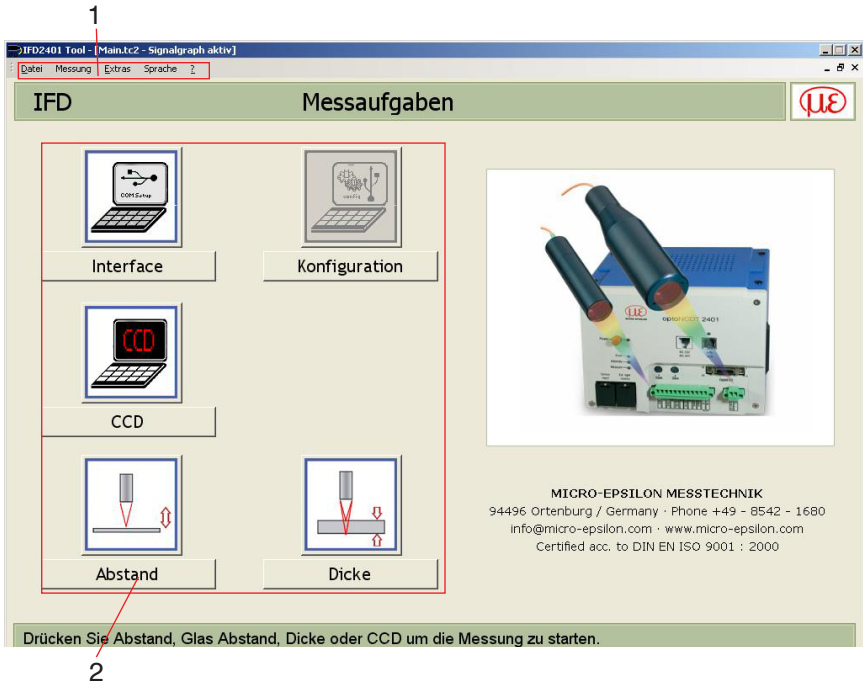


Abb. 41: Benutzeroberfläche in der Betriebsart “Abstandsmessung“

7.3 Arbeiten mit IFD2401 Tool

7.3.1 Elemente der Hauptansicht

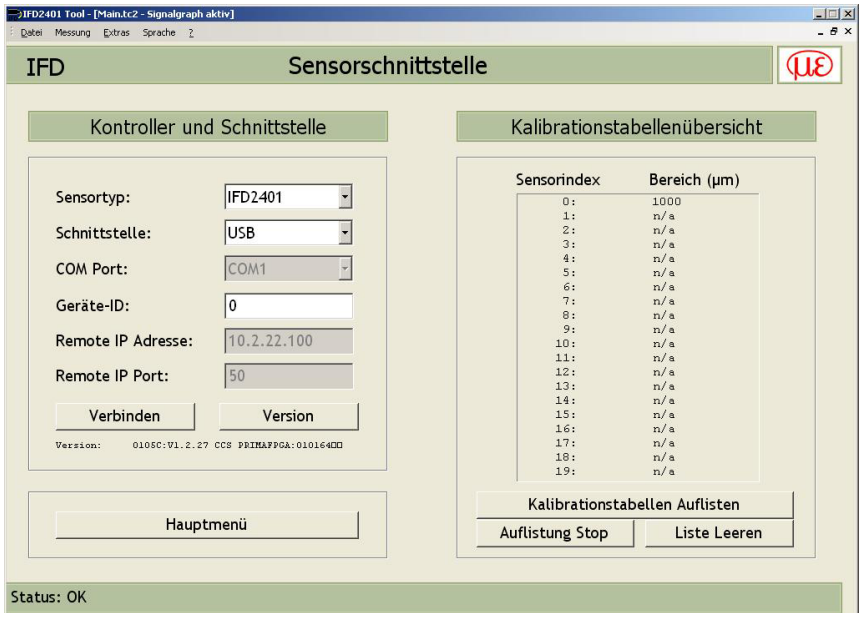


Hauptansicht:

1 Menüleiste: Aufrufen aller in der Software verfügbaren Messprogramme und Einstellungen.

2 Auswahlfeld: Starten der einzelnen Konfigurations- und Messprogramme.

7.3.2 Interface - Sensorschnittstelle

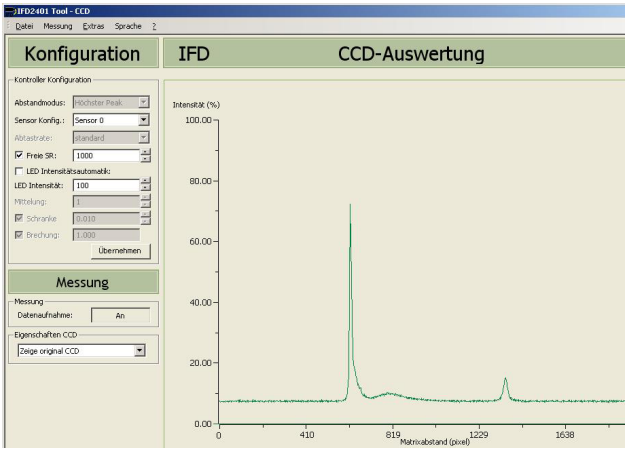


Enthält die wesentlichen Schnittstelleneinstellungen und ermöglicht das Auslesen der im Controller gespeicherten Sensor-Kalibriertabellen.

➥ Prüfen Sie vor dem Start des Messprogramms die Übereinstimmung zwischen Sensorindex beziehungsweise Bereich (Messbereich) und dem angeschlossenem Sensor.

Andernfalls ist eine korrekte Messung nicht möglich.

7.3.3 CCD

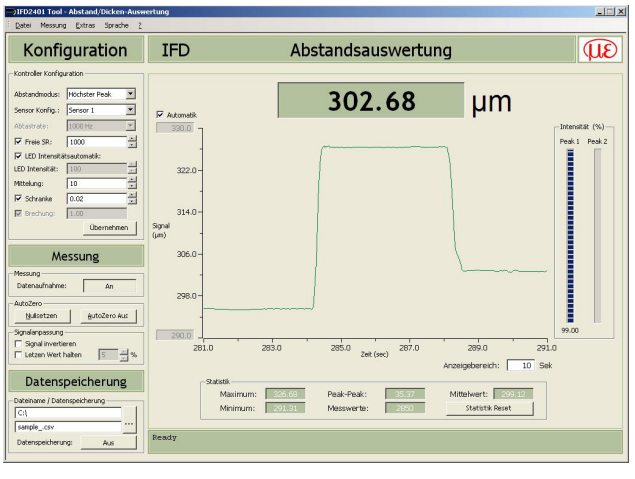


Dieses Programm ermöglicht Ihnen das direkte Auslesen des Sensormesswertes auf dem lichtempfindlichen Sensorelement (CCD) ohne vorherige Berechnung durch den Controller.
Das Programm unterscheidet drei CCD-Ansichten:

- Original CCD-Signal, inklusive Dunkelsignalanteile
- Original CCD-Signal abzüglich Dunkelsignal
- CCD-Signal spektral korrigiert abzüglich Dunkelsignal.

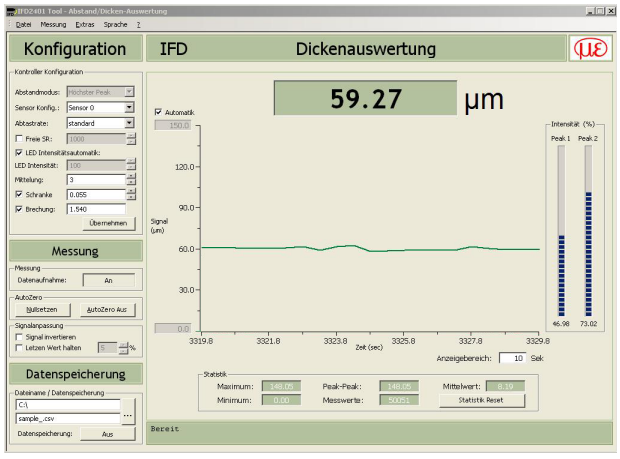
7.3.4 Abstandsmessung

In der Betriebsart Abstandsmessung wertet die Software Daten aus, die das optoNCDT2431 aktuell misst. Die Hauptansicht stellt die Weginformation grafisch dar. Im Programmumfang sind auch Statistikinformationen und eine Datenspeicherung enthalten. Die Einstellungen im Messprogramm werden gespeichert und beim erneuten Starten des Messprogrammes weiter verwendet.



7.3.5 Dickenmessung

In der Betriebsart Dickenmessung stellt die Software die aktuell gemessenen Dickeninformationen des optoNCDT2431 dar. Die Angabe des Messobjekt-Brechungsindexes und der Erfassungsschwellen (Schranke) ist Grundvoraussetzung für eine exakte Messung. Weitere Informationen zu dem Programm finden Sie auch in der Online-Hilfe der Software.



8. Haftung für Sachmängel

Alle Komponenten des Gerätes wurden im Werk auf die Funktionsfähigkeit hin überprüft und getestet.

Sollten jedoch trotz sorgfältiger Qualitätskontrolle Fehler auftreten, so sind diese umgehend an MICRO-EPSILON oder den Händler zu melden.

Die Haftung für Sachmängel beträgt 12 Monate ab Lieferung. Innerhalb dieser Zeit werden fehlerhafte Teile, ausgenommen Verschleißteile, kostenlos instandgesetzt oder ausgetauscht, wenn das Gerät kostenfrei an MICRO-EPSILON eingeschickt wird.

Nicht unter die Haftung für Sachmängel fallen solche Schäden, die durch unsachgemäße Behandlung oder Gewalteinwirkung entstanden oder auf Reparaturen oder Veränderungen durch Dritte zurückzuführen sind.

Für Reparaturen ist ausschließlich MICRO-EPSILON zuständig.

Weitergehende Ansprüche können nicht geltend gemacht werden. Die Ansprüche aus dem Kaufvertrag bleiben hierdurch unberührt.

MICRO-EPSILON haftet insbesondere nicht für etwaige Folgeschäden.

Im Interesse der Weiterentwicklung behalten wir uns das Recht auf Konstruktionsänderungen vor.

9. Außerbetriebnahme, Entsorgung

- Entfernen Sie das Sensorkabel, das Versorgungs- und Ausgangskabel am Controller.
- Entfernen Sie das Lichtwellenleiterkabel zwischen Controller und externer Lichtquelle.

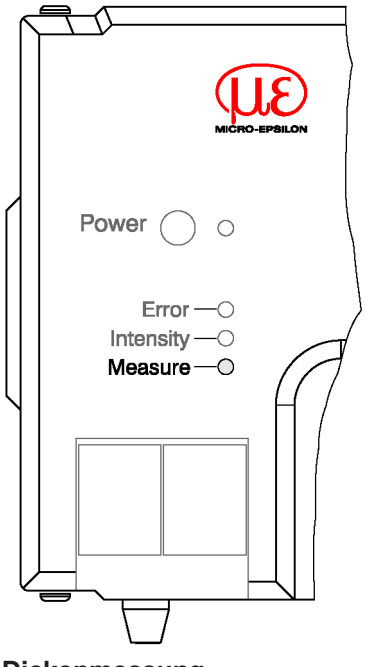
Das optoNCDT2431 ist entsprechend der Richtlinie 2002/95/EG, „RoHS“, gefertigt. Die Entsorgung ist entsprechend den gesetzlichen Bestimmungen durchzuführen (siehe Richtlinie 2002/96/EG).

10. Fehlerbehebung

Wegmessung

Bleibt die LED ”Measure” aus, obwohl sich ein Messobjekt innerhalb des Messbereichs befindet, prüfen Sie nachfolgende Punkte:

- Die Kabelstecker von Lichtwellenleiter und Sensorkabel sind vollständig in die Kabelbuchse des Controllers gesteckt, siehe Kap. 4.2.
- Der Sensor sendet einen Lichtstrahl aus und dieser ist auf dem Messobjekt zu sehen.
- Das Messobjekt befindet sich innerhalb den Messbereichsgrenzen, siehe Kap. 4.1.1.
- Der Sensor ist senkrecht auf das Messobjekt ausgerichtet. Lokale Steigungen am Messpunkt (Winkel zwischen der optischen Achse und der Senkrechten des Messobjekts) sind kleiner als die maximal zulässige Sensorverkippung.
- Es ist die niedrigste Messrate gewählt, siehe Kap. 5.5 und 6.6.2; als Messart ist Wegmessung gewählt, siehe Kap. 5.2.1 und 6.6.3.
- Das Dunkelsignal wurde richtig erfasst, siehe Kap. 5.3.
- Es ist die maximale Lichtquellenhelligkeit eingestellt, siehe Kap. 2.7



Dickenmessung

Ist in der Betriebsart Dickenmessung die gemessene Dicke Null, prüfen Sie nachfolgende Punkte:

- Die Dicke des zu messenden Objekts muss mit den Grenzen des Sensormessbereichs stimmen, siehe Kap. 4.1.1.
- Das Messobjekt muss ausreichend transparent sein.
- Das Messobjekt darf während der Messung nicht vibrieren.
- Die optische Achse und die Oberfläche des zu messenden Objekts stehen senkrecht aufeinander.
- Es ist die niedrigste Messrate gewählt, siehe Kap. 5.5 und 6.6.2.
- Beide Oberflächen des Messobjekts müssen innerhalb des Messbereichs liegen, siehe Abb. 21.

11. Werkseinstellung wiederherstellen

Gehen Sie wie folgt vor, um zu der Werkseinstellung zu gelangen:

➨ Drücken Sie gleichzeitig die beiden Tasten “Dark“ und “Zero“ an der Frontseite des Controllers für mehr als 3 Sekunden, siehe Abb. 42.

➨ Starten Sie den Controller neu, indem Sie ihn kurz aus- und wieder einschalten.

Von der Rückkehr zu der Werkseinstellung sind Daten nicht betroffen, die im nichtflüchtigen Speicher des Controllers gespeichert sind, zum Beispiel Kalibriertabelle, Dunkelsignal und Brechungsindexdatei. Alle anderen Parameter werden zurückgesetzt.

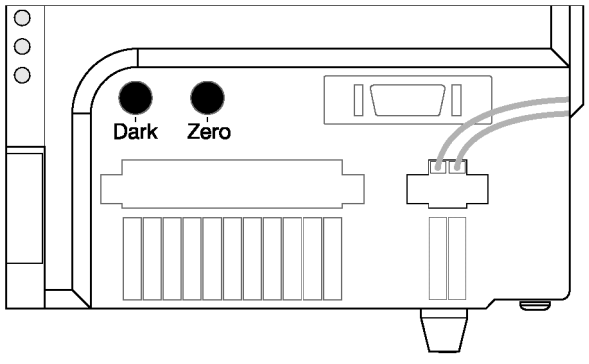


Abb. 42: Taste “Dark“ und “Zero“ am Controller

12. Wartung

➨ Verwenden Sie für die Reinigung der Optik ausschließlich Isopropanol.

Spiritus oder ähnliche Reinigungsmittel führen zu Schlierenbildung.
> Ungenaue, fehlerhafte Messwerte

➨ Vermeiden Sie Beschädigungen (Kratzer) der Optik durch ungeeignete Reinigungsmethoden oder Reinigungsmittel.

> Ungenaue, fehlerhafte Messwerte

MICRO-EPSILON MESSTECHNIK GmbH & Co. KG
Königbacher Str. 15 · 94496 Ortenburg / Deutschland
Tel. +49 (0) 8542 / 168-0 · Fax +49 (0) 8542 / 168-90
info@micro-epsilon.de · www.micro-epsilon.de

X9750178-A020079HDR